

TRAITÉ

THÉORIQUE ET PRATIQUE

DU BLANCHIMENT

DES

TOILES DE LIN, DE CHANVRE ET DE COTON.

IMPRIMERIE DE FIRMIN DIDOT,
IMPRIMEUR DU ROI, RUE JACOB, n° 24.



TRAITÉ

THÉORIQUE ET PRATIQUE

DU BLANCHIMENT

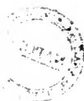
DES

TOILES DE LIN, DE CHANVRE ET DE COTON.

PAR L. J. BLACHETTE.



A PARIS,
CHEZ FIRMIN DIDOT PÈRE ET FILS, LIBRAIRES,
RUE JACOB, N° 24.
1827.



INTRODUCTION.

Écrire sur le blanchiment après tant d'auteurs, tant nationaux qu'étrangers, au nombre desquels on doit citer en première ligne le célèbre Berthollet, dont les travaux ont fait faire à ce genre de manufacture de si grands pas vers la perfection, semblera, au premier abord, sinon une témérité, du moins chose inutile. Si l'on fait attention cependant au développement immense qu'ont acquis les ateliers de filature et de tissage, surtout depuis une douzaine d'années, on sera conduit à penser que les blanchisseries ont dû donner à leurs opérations une extension progressive, en rapport avec les besoins d'une consommation qui va croissant d'année en année, tout en conservant à leurs travaux une grande perfection, et en même temps en y apportant une économie qui laisse la faculté de livrer les produits aux prix modiques auxquels ils sont descendus.

Pour arriver à de semblables résultats, il a fallu nécessairement que les blanchisseurs modifiassent souvent le système d'opérations qu'ils

avaient suivi ; qu'ils recherchassent tous les moyens possibles d'économie, tant de main-d'œuvre que de matières, sans nuire à la perfection de leurs travaux ; que, guidés par les préceptes que la science leur avait tracés, ils y apportassent encore les perfectionnements que la pratique et l'observation auraient pu leur faire reconnaître comme avantageux ; c'est aussi ce qui est arrivé.

De là résulte que, bien qu'ils ne soient écrits que depuis un petit nombre d'années, les ouvrages qui traitent du blanchiment sont déja anciens, si l'on considère tout ce qu'ils laissent à désirer aujourd'hui. La forme des appareils, la conduite des opérations, les moyens de chauffage, tout a été changé ; des appareils entièrement nouveaux ont, dans quelques cas, été substitués à d'autres jusqu'à ces derniers temps en usage ; l'emploi de nouvelles matières a été introduit, et malgré les préjugés se propage peu à peu ; dans quelques ateliers même la routine a fait totalement place à des méthodes, dans lesquelles ont été faites des applications heureuses des connaissances physiques et chimiques.

Des changements si remarquables sont cependant loin d'être généraux, aussi les avantages qui en résultent sont-ils en France, au

moment où j'écris, le partage, pour ainsi dire exclusif, de trois ou quatre établissements qui les ont adoptés. Les autres blanchisseurs, malheureusement pour la plupart étrangers aux sciences chimiques et physiques, qui, on ne saurait trop le répéter, deviennent chaque jour plus indispensables aux manufacturiers, ignorent les avantages dont ils sont privés par leur faute, ou repoussent même, parce qu'elles sortent de leurs habitudes routinières, des méthodes dont l'adoption sanctionnée par la théorie et l'expérience, les mettrait à même de soutenir une concurrence qu'ils reconnaissent eux-mêmes devenir de plus en plus difficile.

Si à ce que je viens de dire on ajoute encore l'esprit de rivalité qui règne parmi les blanchisseurs, qui les isole entre eux, qui dans quelques localités les engage même à dénigrer, le plus souvent sans les connaître, les nouveaux procédés, à les signaler aux consommateurs comme portant atteinte à la qualité des tissus, et à jeter ainsi de la défaveur sur les établissements de leurs confrères qui avaient voulu les mettre en pratique, et qui ont été obligés d'y renoncer; on n'aura exprimé que des faits qui ne se renouvellent que trop souvent, et les exemples ne me man-

queraient pas s'il fallait en démontrer l'exactitude.

Conduit à visiter depuis quelques années un assez grand nombre de blanchisseries, tant dans le nord que dans le midi de la France, j'ai pu me convaincre par moi-même de la vérité des assertions que je viens de mettre en avant; elles paraîtront, je le sais, d'autant plus étranges, qu'on objectera que ce sont des savants français qui ont indiqué la plupart des nouveaux procédés, que c'est par conséquent en France qu'on en a fait les premières applications, qu'ils ont dû recevoir les développements les plus étendus.

A cela je n'ai qu'une réponse à faire : qu'on parcoure toutes nos blanchisseries, et qu'on me dise, abstraction faite des trois ou quatre établissements dont il a été fait mention ci-dessus, en quoi consistent les améliorations qu'elles ont éprouvées, et si les travaux de nos chimistes, dont on a su tirer un si grand parti en Angleterre et en Écosse, ne sont pas à peu près non avenus pour elles.

Cependant, parmi les propriétaires de ces établissements, ceux qui sont de bonne foi reconnaissent eux-mêmes l'insuffisance des moyens dont ils se sont servis jusqu'à présent; ils sentent, sans pouvoir les préciser, les vices

de leurs opérations; et s'il leur restait des doutes à cet égard, le bénéfice qu'elles leur présentent à la fin de l'année acheverait de les lever.

Mais, tout en désirant connaître les appareils et les procédés susceptibles de leur présenter l'économie dans les dépenses, la célérité dans le travail, ils éprouvent une grande répugnance à accepter de confiance; ce qu'ils veulent surtout, c'est être convaincus de la bonté, de la réussite d'une méthode nouvelle; c'est, pour ainsi dire, toucher du doigt les avantages qu'ils en retireront.

Le moyen qui m'a semblé le plus facile et le plus sûr tout à-la-fois, pour atteindre ce but, moyen, il faut en convenir, trop souvent négligé, oublié même par la plupart des auteurs qui ont écrit sur le blanchiment, a été de chercher à mettre les blanchisseurs eux-mêmes en état de juger du mérite des innovations qu'on leur proposera d'apporter dans leur travaux.

Voici comment s'exprime Home, auteur anglais, qui écrivait en 1756 : « Ce qui manque le » plus aux blanchisseurs, c'est la connaissance » de la nature et des propriétés de ces sels al- » calis ou cendres, comme ils les appellent, » dont ils font usage. L'expérience leur a appris » à employer ces sels en différentes propor-

» tions; mais l'analyse chimique seule peut dé-
» couvrir leurs propriétés les plus secrètes (1). »

Home ajoute plus loin : « On regarderait » comme un ignorant un médecin qui ne con- » naîtrait pas la composition des remèdes qu'il » ordonnerait, et pourquoi n'aurait-on pas la » même idée du blanchisseur qui emploie des » agents dont il ignore la nature (2). »

Mon principal objet a donc été de faciliter aux blanchisseurs la connaissance de la nature et des propriétés des substances qu'ils mettent en œuvre, telles que l'eau, les alcalis, le chlore, etc. J'ai étudié l'action séparée de tous ces corps sur les substances avec lesquelles on doit les mettre en contact; celle qu'ils exercent réciproquement les uns sur les autres, les modifications qui doivent en résulter par rapport à leur ac-

---

(1) But what the bleachers are more deficient in, is a knowledge of the nature and properties of those alkaline salts or ashes, as they call them, which they make use of. Experience has taught them, that these salts are to be used in different proportions, but nothing less than a chymical inquiry can discover their hidden nature.

Experiments on Bleaching, pag. 14 et 15, by Francis Home, 1756.

(2) A physician who understood not the composition of the medecines he used, would be reckoned ignorant : and why not the bleacher who uses instruments unknown to him?

Ouvrage déja cité, pag. 98.

tion sur la matière colorante des toiles. La nature et les propriétés de ces dernières substances n'ont point été oubliées.

Les blanchisseurs avaient besoin de procédés simples et exacts pour reconnaître l'identité des mêmes agents qu'on leur présente, par suite de différences dans leur apparence physique, sous des noms divers; il leur en fallait également pour s'assurer de la richesse réelle, par conséquent de la valeur vénale de ces mêmes agents; on en trouvera les descriptions les plus détaillées, comme aussi toutes les instructions nécessaires pour les mettre en pratique, et la discussion des principes sur lesquels sont fondés tous ces essais.

A ces connaissances préliminaires déja si importantes est jointe la description de plusieurs machines employées dans les établissements les mieux dirigés; les détails les plus développés sur les divers appareils de chauffage, les calculs propres à établir un chauffage à la vapeur, le grillage des étoffes, leur dessication, etc., etc.

Peut-être trouvera-t-on que je me suis trop étendu sur tout ce qui a rapport à la connaissance des propriétés des diverses substances employées en blanchiment; mais, je le répète, c'est par la conviction que j'ai acquise, que c'est

surtout en ce point que les manufacturiers ont le plus besoin d'être éclairés.

J'ai cherché, autant que cela a dépendu de moi, à être bref; mais, dans quelques circonstances, j'ai cru devoir insister sur un même sujet, le répéter même, pour être certain d'être mieux entendu, ou encore pour faire ressortir davantage son utilité, et engager par là les blanchisseurs à y apporter plus d'attention. Ce que j'ai voulu par-dessus tout, c'est être clair, et j'ai fait tous mes efforts pour y parvenir.

Quant aux erreurs que j'aurai commises dans le cours de cet ouvrage, et qui, je l'espère, ne seront pas de nature à entraîner des conséquences bien graves, je réclamerai l'indulgence des blanchisseurs éclairés, qu'une longue pratique mettra facilement en état de se prémunir contre elles. Si mon livre fait connaître un seul fait nouveau, sert à redresser une faute dans chaque blanchisserie, il n'aura pas été sans utilité, et il aura par conséquent atteint le but que j'ai eu surtout en vue en l'écrivant.

TRAITÉ
THÉORIQUE ET PRATIQUE
DU BLANCHIMENT
DES
TOILES DE LIN, DE CHANVRE ET DE COTON.

DU BLANCHIMENT.



Dans la série des opérations auxquelles on soumet les tissus lors de leur blanchiment, l'objet qu'on se propose étant d'enlever ou détruire, par des moyens appropriés, les substances colorantes étrangères combinées avec les matières premières, telles que le lin, le chanvre ou le coton, dont ces mêmes tissus sont formés, et qui en masquent la blancheur naturelle, tout en nuisant à leur force et à leur souplesse, il est indispensable pour y parvenir d'une manière certaine de s'assurer avant tout de la nature de ces substances. Cette nature une fois reconnue, il faudra rechercher quels sont les corps susceptibles d'agir sur ces substances, leur manière d'être, afin de déterminer plus aisément les com-

binaisons nouvelles qu'elles peuvent contracter; étudier les circonstances les plus favorables à la production de ces mêmes combinaisons, trouver les moyens de se rendre maître de cette action, pour la diriger à volonté, l'arrêter au moment opportun, et surtout prévenir dans ces diverses opérations toute altération des tissus par les agents dont on sera dans le cas de faire usage. C'est à la recherche de ces différents phénomènes que sera consacré le présent chapitre.

Les fils de lin et de chanvre, sont formés de filaments plus ou moins déliés provenant de la filasse dont se composent les couches corticales ou l'écorce qui recouvrent la partie ligneuse des plantes qui la produisent. On sait que cette filasse est naturellement blanche: mais elle est unie, sur la plante même, à une résine, à un suc glutineux qui la fait adhérer fortement à la tige, et à une substance colorante verte.

Cette dernière substance me paraît être analogue à celle de la même couleur que MM. Pelletier et Caventou ont reconnu exister dans les feuilles, qu'ils ont désignée par le nom de *Chlorophylle*, et qu'ils regardent comme une substance végétale particulière très-hydrogénée, se rapprochant par sa composition de la nature des huiles volatiles.

Lors du rouissage, dont le but est de faciliter la séparation de la filasse et de la partie ligneuse, le suc glutineux et la matière colorante verte subissent une putréfaction plus ou moins complète; en sorte qu'ils disparaissent en grande par-

tie, et donnent lieu, ainsi qu'on l'a observé depuis long-temps, à un dégagement d'émanations morbifiques, composées principalement de gaz hydrogène carboné et de gaz acide carbonique.

Cette altération des parties colorantes vertes du lin et du chanvre lors du rouissage, et pendant la dessication qui a pu précéder et celle qui suit, est semblable, d'après le célèbre Berthollet, à celle que l'on observe dans la substance verte des plantes exposées à l'action de l'air et à l'influence de la lumière; leur couleur passe au jaune, au fauve, et même au brun (1). Il n'y a pas lieu de présumer que dans l'opération du rouissage la matière résineuse éprouve aucune modification dans ses principes constituants : elle reste donc combinée avec la filasse et contribue ainsi que la portion de suc glutineux et de substance colorante verte non décomposée à donner aux tissus cette teinte quelquefois grise, d'autres fois rougeâtre qui les colore.

Pour faciliter la réunion et la torsion des brins de la filasse, lorsqu'il s'agit de la transformer en fils, les femmes chargées de ce travail ont l'habitude de les humecter avec de la salive : de là une quantité plus ou moins grande de *mucus* qui se trouve déposé sur le fil.

La crasse que laisse sur le fil la main des fileuses, ou qui s'interpose entre les deux fils que l'on tord entre les doigts pour les rattacher, circonstance qui se présente plus fréquemment

(1) Élements de l'art de la teinture, 2e édit., tom. 1er, p. 206.

dans le travail du tissage des toiles, ne doit pas être oubliée dans l'énumération des substances à éliminer.

La colle dont les tisserands sont obligés d'enduire la chaîne des tissus, les substances grasses, ordinairement du suif ou du beurre, au moyen desquelles ils cherchent ensuite à assouplir cette sorte d'apprêt, viennent encore ajouter aux causes accidentelles de la coloration des toiles. Cette colle est communément faite avec de la farine de seigle ou de froment, quelquefois, mais trop rarement avec de la fécule de pommes de terre.

Un duvet léger, floconneux, qui enveloppe les graines de plusieurs plantes, notamment des différentes espèces de *gossypium*, dont la couleur varie depuis le jaune foncé jusqu'au blanc, est la matière connue sous le nom de coton.

La substance colorante jaune, unie à quelques espèces de coton, est d'une tout autre nature que celle de la matière colorante dont est recouverte la filasse du chanvre ou du lin; la combinaison est beaucoup moins stable, tellement que l'action seule de la vapeur de l'eau bouillante suffirait, sans le secours d'aucun autre agent, pour la détruire. Si dans le blanchiment des tissus de coton, on fait usage, ainsi qu'on le verra plus tard, de dissolutions alcalines ou lessives, c'est uniquement pour accélérer la marche de cette opération et la rendre en même temps plus parfaite.

Il ne paraît pas que le coton contienne de matière résineuse.

On fait usage dans la fabrication des tissus

de coton, comme dans celle des toiles de lin et de chanvre, de colle et de substances grasses.

En récapitulant les diverses substances qui se rencontrent sur les tissus, soit naturellement, soit accidentellement, par suite des manipulations par lesquelles ils ont dû passer, et auxquelles ils doivent leur couleur à leur sortie des mains du tisserand, on trouve que ceux de lin et de chanvre sont combinés avec :

1° Une matière colorante verte qui, dans le rouissage, a passé au jaune, ou même au brun, et qui par sa composition participe de la nature des huiles volatiles.
2° Une matière résineuse.
3° Du mucus et quelques sels provenant de la salive.
4° De la farine de seigle ou de froment; d'autres fois de la fécule de pommes de terre.
5° Quelques substances grasses, suif ou beurre; et en outre de la crasse des mains.

Dans les tissus de coton, l'on ne rencontre que :

1° Une matière colorante jaune très-fugace.
2° De la farine, semblable à celle que l'on emploie pour donner l'apprêt aux tissus de fil.
3° Des substances grasses, également du suif ou du beurre, et de la crasse des mains.

Connaissant la nature des substances sur lesquelles il est nécessaire d'opérer, il faut actuellement rechercher quels sont les agents par lesquels on devra les attaquer, examiner le mode de leur action et les produits qui en sont le résultat. Je suivrai pour cette étude l'ordre dans lequel ces

substances ont été nommées, en commençant par celles que l'on rencontre dans les tissus de lin et de chanvre.

1° Matière colorante verte, à laquelle les toiles doivent leur aspect gris ou brun.

Séparée des filaments de lin ou de chanvre, cette matière est insoluble dans l'eau.

Les dissolutions alcalines de potasse ou de soude la dissolvent au contraire assez facilement.

Le chlore en détruit tout-à-coup la couleur, probablement en s'emparant d'une portion de l'hydrogène qui entre dans sa composition.

Elle est également dissoute par les acides sulfurique et acétique; mais l'acide hydro-chlorique lui fait prendre une teinte jaunâtre; l'acide nitrique lui communique d'abord une teinte grise, et la décompose ensuite.

2° Matière résineuse.

Cette matière est insoluble dans l'eau soit à froid, soit à chaud. La potasse et la soude, l'une et l'autre à l'état caustique, en opèrent la dissolution, et se trouvent en même temps neutralisées, ce qui annonce, entre ces deux substances, une grande affinité, et par suite une combinaison dont le produit, vu les principes qui concourent à sa formation, ne peut être qu'un savon; or, les savons à base de potasse ou de soude étant très-solubles, le nouveau composé reste en dissolution dans la liqueur.

La chaux jouit également de la propriété de se combiner avec la matière résineuse, comme on vient de voir que le font la potasse et la soude,

mais avec cette différence que le composé ou savon à base de chaux qui en résulte est insoluble; aussi, lorsque dans une dissolution de cette matière, par la potasse ou la soude, on verse de l'eau de chaux, obtient-on aussitôt un précipité floconneux, qui n'est qu'un composé de chaux et de la matière résineuse; le liquide surnageant qui contient la potasse et la soude primitivement combinées, ne conserve que très-peu de couleur.

D'après ce qui vient d'être dit, on voit, et ce fait est très-important, que la matière résineuse a encore plus d'affinité pour la chaux que pour les autres alcalis, ce qui fournit tout naturellement le moyen de la séparer d'une dissolution alcaline qui en est chargée.

Au reste, toutes ces combinaisons peuvent être détruites par l'addition d'un acide qui s'empare de l'alcali; la matière résineuse est immédiatement précipitée en gros flocons d'un blanc jaunâtre. Tel est le moyen que l'on emploie, lorsqu'il s'agit de se la procurer en quantité suffisante pour étudier ses propriétés.

Séparée de l'eau au moyen du filtre, la matière résineuse a une couleur grise; desséchée au feu, elle passe extérieurement au noir, mais la nuance grise se conserve dans son intérieur; dans cet état elle est très-friable.

L'alcohol ne la dissout pas sensiblement.

Mise en contact avec les acides même concentrés, elle ne fait que les colorer en brun jaunâtre.

Projetée sur des charbons ardents, elle brûle

avec une flamme jaune et une fumée fuligineuse, en laissant un léger résidu de cendres.

La matière résineuse n'est pas en totalité susceptible de se combiner avec les alcalis : il y en a une petite portion qui semble se refuser à cette combinaison. On parvenait autrefois à lui faire acquérir cette propriété en exposant les toiles sur le pré pendant un temps plus ou moins long; on fait encore aujourd'hui assez généralement usage de ce moyen : on arrive au même résultat, mais avec plus de promptitude, en soumettant les tissus à l'action du chlore.

Il paraît que dans l'exposition des toiles sur le pré, cette portion de matière résineuse absorbe l'oxygène de l'air, et que par le changement qui résulte de cette absorption dans les proportions respectives de ses principes constituants, elle devient attaquable par les alcalis. L'humidité favorisant singulièrement cette action de la matière résineuse sur l'oxygène de l'air, on a soin d'arroser les toiles sur le pré; l'eau ne paraît exercer ici qu'une action purement mécanique, en raison de sa propriété de tenir en dissolution une petite quantité d'oxygène, qu'elle place ainsi dans le contact le plus intime avec la matière résineuse qui a pour lui assez d'affinité.

La rosée, dont on avait depuis long-temps remarqué les effets, n'agit peut-être plus efficacement que l'eau courante, que parce qu'elle contient une plus grande quantité d'oxygène dont elle s'est chargée en traversant les couches d'air.

Quelques auteurs rejettent cette explication des phénomènes qui accompagnent l'exposition des toiles sur le pré. Ils pensent que l'action de l'eau, et par suite de l'oxygène de l'air, est nulle; aussi regardent-ils l'arrosement des toiles comme complètement inutile; ils supposent que les changements subis par la matière résineuse sont dus à l'action de la lumière sur cette matière. Selon eux la lumière agirait comme le ferait une température élevée, c'est-à-dire en déterminant une réaction telle des principes constituants, qu'il en résulterait des combinaisons douées de propriétés nouvelles.

L'action qu'exerce le chlore sur cette portion de matière colorante paraît également consister à déterminer un changement dans les proportions de ses principes constituants; en soustrayant en effet une partie de l'hydrogène qui entre dans sa composition, le chlore la place dans des circonstances analogues à celles où elle se trouverait par une absorption d'oxygène, par conséquent la rend susceptible de se combiner avec les alcalis.

Telle était du reste l'opinion du célèbre Berthollet sur l'action du chlore. Dans un Mémoire, inséré dans le tome VI des *Annales de Chimie*, il s'exprime en ces termes : « Le fil de lin contient des parties colorantes qui peuvent lui être « enlevées immédiatement par les lessives, mais il « en contient d'autres qui doivent éprouver l'ac- « tion de l'oxygène pour être rendues solubles; « et par cette action ces dernières acquièrent pré- « cisément la nature de celles qui étaient solubles

« d'elles-mêmes dans les alcalis, de sorte que l'a-
« cide muriatique oxygéné (le chlore) ne produit
« pas dans ces parties colorantes un autre chan-
« gement que celui par lequel elles sont dispo-
« sées naturellement à se dissoudre dans les al-
« calis. »

« Le blanchiment consiste donc à rendre, par le
« moyen de l'oxygène, les parties colorantes qui
« sont fixées dans les filaments du lin, solubles
« dans les alcalis des lessives, et l'acide muriati-
« que oxygéné (le chlore) fait avec plus de promp-
« titude et d'énergie ce qu'opère l'exposition sur
« les prés dans le blanchiment ordinaire. Telle est
« la théorie du blanchiment. »

3° Le mucus et quelques sels.

Les sels qui accompagnent la salive, étant tous très-solubles, sont facilement enlevés lors de l'immersion des toiles dans l'eau.

Il en est tout autrement du mucus, substance entièrement insoluble dans l'eau, et même dans les acides sulfurique hydro-chlorique, et acétique, qui ne font que lui donner une apparence cornée.

Les alcalis caustiques en opèrent, au contraire, promptement la dissolution.

4° La farine et le gluten qu'elle contient.

Les principes constituants de la farine sont de la fécule amilacée ou amidon, du gluten, un peu de sucre et du ferment. La première de ces substances ne se dissout pas dans l'eau froide, mais elle est susceptible de contracter une combinaison avec l'eau bouillante; elle affecte alors la forme de gelée, et est connue sous le nom d'*empois*.

Les dissolutions alcalines très-étendues ne dissolvent qu'une quantité fort petite de fécule.

Ce serait m'écarter beaucoup trop de mon sujet que d'entreprendre le détail de tous les phénomènes que présente la fécule lorsqu'on la met en contact avec les acides. Ces détails seraient d'autant plus déplacés, que les acides n'ont d'action sur cette substance que lorsqu'on les emploie très-concentrés, et qu'il n'arrive jamais en blanchiment d'en faire usage dans cet état; qu'en outre, à l'époque où l'on plonge les toiles dans l'eau acidulée, la fécule en a déja été enlevée.

Le gluten, cet autre principe constituant de la farine, est une substance grisâtre, molle et élastique; exposé à une chaleur de 100° centigrades, celle de l'eau bouillante, il perd son élasticité et sa ténacité.

Les acides, même ceux qui sont forts, n'ont d'action sur le gluten qu'autant qu'ils sont concentrés.

Il est légèrement soluble dans les alcalis, pourvu toutefois qu'on favorise l'action par un peu de chaleur.

Abandonné à lui-même, le gluten humide se décompose très-rapidement en éprouvant une espèce de fermentation; il y a dégagement de gaz hydrogène pur et de gaz acide carbonique.

On sait que le sucre et le ferment, ces deux derniers principes constituants de la farine, mis en présence l'un de l'autre dans les circonstances convenables, une chaleur modérée et l'humidité, donnent lieu à une fermentation d'abord alcoho-

lique, et ensuite acide, et qu'il y a dégagement de gaz acide carbonique.

5° Les substances grasses, telles que suif ou beurre, la crasse des mains, etc.

Quelle que soit d'ailleurs leur nature, ces matières sont insolubles dans l'eau.

Les acides étendus, tels qu'on s'en sert dans les opérations du blanchiment, n'ont aucune action sur elles.

Il n'en est pas de même des alcalis : ceux-ci désassocient les principes constituants des matières grasses, et s'unissent avec les nouveaux corps qui résultent de cette décomposition pour former un savon soluble, si l'alcali dont on s'est servi est de la potasse ou de la soude; insoluble, si c'est de la chaux.

Les substances étrangères colorantes auxquelles les tissus de coton doivent la teinte qui en masque la blancheur naturelle, n'offrent rien de particulier. A l'occasion des toiles de lin et de chanvre, j'ai traité de la farine et des matières grasses; et lorsqu'il a été question de la matière colorante jaune, j'ai fait observer qu'elle était très-fugace. Il y a cependant une propriété caractéristique de la matière colorante combinée avec les filaments du lin et du chanvre, qui prouve trop clairement qu'elle diffère essentiellement de celle qui est unie au coton, pour que je ne la rappelle pas encore une fois : c'est que la première, en raison de la résine qui l'accompagne, neutralise les alcalis qui servent à l'enlever, ce qui n'a pas lieu avec la matière colorante du coton.

Débarrassées des substances étrangères qui les colorent, et amenées au plus haut degré de blancheur auquel elles puissent parvenir sans altération, les toiles de lin et de chanvre ont considérablement perdu de leur poids, 30 pour 100 environ. En raison de la différence qui existe dans les matières colorantes avec lesquelles ils sont combinés, les tissus de coton ne diminuent au plus que de 5 pour 100 de leur poids primitif.

En résumant ces différents faits, on voit que parmi les substances qui colorent les toiles, les unes, la fécule amilacée et les sels, n'ont besoin, pour être enlevées, que d'une immersion dans l'eau soit à froid, ou encore mieux à chaud; que le gluten, le sucre et le ferment, en seront séparés par la fermentation; que le mucus, la matière résineuse, et toutes les substances grasses doivent être enlevés au moyen des alcalis, avec lesquels tous ces corps contracteront des combinaisons; et enfin que la matière colorante verte est attaquable également par les alcalis, les acides et le chlore.

Tels sont donc les agents dont il faudra faire usage, en ayant égard cependant à l'action qu'ils peuvent exercer sur les tissus eux-mêmes; c'est ce qu'il est convenable de rechercher soigneusement.

Ainsi qu'on l'a vu précédemment, les fils de lin et de chanvre sont formés avec la filasse dont se composent les couches corticales qui recouvrent les tiges de ces plantes; or cette filasse ne diffère de la fibre végétale ou du ligneux que par ses apparences physiques, et surtout sa plus grande

souplesse, tandis que la composition chimique de ces deux corps est tout-à-fait identique.

La filasse est donc, comme le ligneux, insoluble dans l'eau, et même dans les acides affaiblis.

Étendu seulement de la moitié de son poids d'eau, l'acide sulfurique attaque, à l'aide d'une douce chaleur, la fibre ligneuse, et la convertit en une substance qui a toutes les apparences de l'amidon, sans en avoir cependant les propriétés.

Lorsqu'on tient du ligneux dans une dissolution alcaline, et qu'on favorise l'action par un peu de chaleur, il finit par être entièrement dissous. Cette action des alcalis sur la fibre ligneuse est d'autant plus prompte et plus énergique, que les dissolutions sont plus concentrées, et que leur causticité est plus grande.

Le chlore agit sur la fibre ligneuse comme sur toutes les substances végétales, en s'emparant d'une portion d'un de ses principes constituants, l'hydrogène, et passant ainsi à l'état d'acide hydro-chlorique. Il faut remarquer cependant que cette action du chlore n'a lieu d'une manière sensible que lorsqu'on l'emploie à l'état de gaz, ou en dissolution très-concentrée, ou encore si l'immersion des tissus dans une dissolution faible est trop prolongée.

L'action des acides et du chlore sur les tissus de coton ne diffère pas essentiellement de celle qu'exercent ces corps sur le lin et le chanvre; mais les dissolutions alcalines étendues d'eau n'agissent pas sensiblement sur le coton; il n'en serait pas de même si ces dissolutions étaient con-

centrées : dans ce cas le coton, surtout à l'aide de la chaleur, serait dissous.

Mise en contact avec des matières susceptibles de développer la fermentation, la fibre ligneuse, si ce contact est trop prolongé, éprouve un commencement de décomposition; elle perd alors en grande partie sa ténacité, et devient extrêmement molle. Tel est surtout l'inconvénient à éviter, lorsque pour en séparer le gluten et les prédisposer aux opérations subséquentes, on met les tissus tant de lin, de chanvre que de coton, en macération. Dans le chapitre consacré à la description de cette opération, on trouvera toutes les indications qu'ont fait connaître la théorie et l'expérience pour la conduire sûrement.

Après avoir convenablement étudié les substances qui recouvrent les tissus, reconnu les corps au moyen desquels on parvient à les détruire ou à les éliminer, comme aussi l'action qu'exercent ces mêmes corps sur les tissus, il faut rechercher quelle est la nature de ces corps, tels qu'on les rencontre dans le commerce ou qu'on les emploie dans le blanchiment. Il faut savoir en quoi diffèrent les substances comprises sous le nom générique d'*alcalis*, et aussi les divers acides dont on fait usage, et en quoi ils se ressemblent, afin d'apprécier d'une manière plus exacte le mode d'action de tous, et s'assurer des circonstances dans lesquelles on doit les placer pour rendre cette action plus énergique, la modifier ou l'arrêter suivant les besoins.

Les agents employés en blanchiment, et dont

l'étude va être faite dans les chapitres suivants, sont :

1° L'eau.

2° Les alcalis { potasses. casottes ou cassoudes. cendres. soudes. sels de soude. chaux.

3° Les acides { lait aigri. acétique. sulfurique. hydro-chlorique.

4° { Le chlore { gazeux. dissous dans l'eau.
Chlorures { de chaux. de potasse. de soude. de magnésie. }

5° Savons { à base de potasse. à base de soude.

DE L'EAU.

De tous les agents employés en blanchiment, l'eau est sans contredit le plus important, puisque, outre son action particulière dissolvante, elle sert encore de véhicule à celle de toutes les autres substances dont le blanchisseur est dans le cas de faire usage. C'est en effet par l'intermédiaire de l'eau qu'on soumet les toiles à la macération, afin de leur enlever d'abord une partie des matières étrangères dont elles sont enduites, et aussi pour les prédisposer par l'ouverture de leurs pores à l'action plus intime des corps avec lesquels elles seront mises en contact dans les opérations subséquentes.

C'est l'eau qui sert à dissoudre les alcalis, les savons, le chlore, les chlorures; à ramener les acides à un degré convenable de concentration; à enlever par des lavages multipliés les substances colorantes naturellement solubles, ou devenues telles par l'effet des phénomènes chimiques qui ont lieu dans la série des opérations du blanchiment des toiles; c'est encore l'eau qui sert à préparer l'amidon avec lequel on donne l'apprêt aux tissus.

D'après cet aperçu, on peut se faire une idée

de l'influence que doit avoir l'eau sur les résultats des opérations d'une blanchisserie; aussi la première attention du propriétaire d'un établissement de ce genre se portera-t-elle nécessairement sur les moyens de se procurer abondamment les eaux les plus appropriées à ses manutentions; ou, à leur défaut, sur les procédés par lesquels il pourra corriger les vices de celles qui seront à sa disposition. C'est sous ce dernier point de vue, et dans l'intention de rendre aux manufacturiers leurs recherches plus faciles, que je traiterai de l'eau dans ce chapitre.

Les préjugés qui attribuaient à certaines eaux des propriétés toutes particulières n'étaient pas sans quelques fondements; mais l'ignorance, quelquefois aussi le désir d'exploiter uniquement un genre d'industrie, les avait presque toujours exaltées bien au-delà de la vérité, en leur attribuant des effets que l'on regardait comme impossible d'obtenir ailleurs que dans les lieux où étaient situées telles ou telles sources.

Aujourd'hui que l'analyse chimique a mis en état de reconnaître facilement les substances combinées avec l'eau, de préciser par conséquent la cause des anomalies que présentent différentes eaux dans leur action, et, sauf quelques exceptions assez rares, a indiqué les moyens de rendre en tout temps et en tous lieux cette action constante et uniforme, toutes ces propriétés merveilleuses ont beaucoup perdu de leur crédit.

Si quelques eaux sont encore regardées comme plus propres que d'autres à une fabrication spé

ciale, le chimiste en assigne la cause, et fournit ainsi le moyen de se l'approprier. Un fait positif auquel ont fait place toutes ces croyances exagérées, c'est que le meilleur mode de faire agir l'eau est de l'employer au plus grand état de pureté possible.

Les caractères physiques de l'eau peuvent jusqu'à un certain point servir à en reconnaître la pureté : parfaitement pure, l'eau est incolore, sans saveur, ni odeur, elle est tout-à-fait transparente; sa pesanteur est de 1 kilogramme sous le volume d'un décimètre cube ou un litre, ou de 1 gramme sous celui d'un centimètre cube, à la température de $+4^{\circ}$ du thermomètre centigrade, et sous la pression de 0^{m} 76 (28 pouces) de mercure; sous cette même pression son point d'ébullition est à 100° du même thermomètre; évaporée à siccité, elle ne laisse pas de résidu.

A ces caractères, qui démontrent un degré de pureté qui peut être suffisant pour un grand nombre d'opérations manufacturières, on devra en ajouter quelques autres lorsqu'il s'agira de faire servir l'eau à celles d'une blanchisserie.

Ainsi l'on s'assurera de son pouvoir dissolvant sur le savon; on l'essaiera en outre par quelques réactifs, tels que le nitrate de baryte, qui y décélera la présence de l'acide sulfurique libre ou combiné, s'il se produit un précipité blanc, pesant, insoluble dans l'acide nitrique.

Le nitrate d'argent y fera reconnaître la présence d'un chlorure quelconque, et l'acide hydrochlorique libre ou combiné, parce qu'il se for-

mera dans tous les cas un chlorure d'argent insoluble.

L'oxalate d'ammoniaque, celle de la chaux, quel que soit l'état de combinaison dans lequel elle se trouve.

L'hydro-cyanate de potasse, celle d'un sel ferrugineux ; ce dernier réactif, en produisant dans l'eau un louche d'abord orangé, mais qui passera successivement du vert sale au bleu foncé.

L'eau de chaux en donnant lieu à un carbonate de chaux, y prouvera la présence de l'acide carbonique en dissolution. Les substances dont ces différents réactifs démontreront l'existence, et qui sont toutes de nature saline, n'altèrent en aucune façon la transparence de l'eau; il en est de même de quelques matières organiques végétales ou animales, qu'elle tient par fois en dissolution, et qui la rendent susceptible de putréfaction (1).

Parmi les substances salines, celles que l'on rencontre le plus fréquemment dans l'eau sont le sulfate et le carbonate de chaux: ces deux sels se trouvent même assez souvent dans une même

---

(1) Cette expression usuellement employée emporte avec elle une idée très-fausse. Quoique l'eau ne soit point un corps simple, et qu'on parvienne à en séparer les éléments, cependant elle n'est pas susceptible de l'espèce de décomposition plus spécialement désignée par le nom de *putréfaction ;* ce sont les matières animales ou végétales en dissolution dans l'eau, et non pas l'eau elle-même qui, éprouvant ce genre de décomposition, lui font exhaler une odeur fétide.

eau ; celle de la plupart des sources des environs de Paris sont dans ce cas. Lorsque ces sels ne sont qu'en petites proportions dans l'eau, leur action est peu sensible, et ne vaut pas la peine qu'on en tienne compte; mais si au contraire l'eau s'en trouve chargée ou même saturée, leur présence peut être très-préjudiciable.

Ces matières salines pouvant en se déposant exercer une action mécanique sur les tissus, ou comme cela arrive plus fréquemment, une action chimique sur les alcalis ou les acides en présence desquels ils se trouveront dans la série des opérations, changeraient peut-être en totalité, ou du moins modifieraient considérablement les résultats que l'on veut obtenir.

C'est ainsi que les eaux séléniteuses, appelées vulgairement dures ou crues, ne peuvent servir au savonnage ni à la cuisson des substances alimentaires, à cause du sulfate de chaux qu'elles contiennent. Dans le savonnage avec de pareilles eaux, l'acide du sulfate de chaux se combine avec l'alcali du savon, tandis que la chaux rendue libre s'unit à la matière grasse, et forme un savon insoluble qui, n'ayant pas la propriété de se dissoudre, flotte en grumeaux et finit par se déposer sur les étoffes dont on ne parvient que difficilement à le séparer.

Le carbonate de chaux naturellement insoluble, ne peut acquérir la propriété de se dissoudre qu'à la faveur d'un excès de son propre acide : l'alcali du savon, en s'emparant de cet excès d'acide, se trouve ramené en partie à l'état de sous-carbonate,

qui n'ayant plus d'affinité pour la matière grasse avec laquelle il s'était combiné, s'en sépare, en sorte qu'une portion du savon est encore décomposée.

La chaleur suffisant pour chasser l'excès d'acide carbonique qui rend soluble le carbonate de chaux, et l'évaporation diminuant la quantité d'eau nécessaire pour tenir le sulfate en dissolution, on conçoit que les substances alimentaires que l'on aura fait cuire dans une eau chargée de ces sels devront être recouvertes d'une couche de matière calcaire qui se sera déposée à leur surface, et qui les fera craquer sous la dent.

Le même effet se produirait si l'on faisait bouillir les toiles avec de semblables eaux : elles déposeraient entre les fils des molécules salines qui, lors des frottements que subiront les toiles dans le cours des opérations, agiront mécaniquement pour les user, outre qu'elles neutraliseront en pure perte une certaine quantité d'alcali.

Si donc on n'avait à sa disposition que des eaux de cette espèce, il faudrait préalablement débarrasser celles du moins employées aux lessives, au savonnage, aux bains d'acide, de ces matières salines.

Le traitement à faire subir à l'eau est du reste très-simple et de l'exécution la plus facile. Le sel que contient l'eau étant une fois reconnu, supposant que ce soit du sulfate de chaux, il suffira d'y ajouter une quantité convenable d'une dissolution de sous-carbonate de potasse ou de soude, qui s'emparant de l'acide sulfurique du

sulfate, lui cédera en même temps son acide carbonique, d'où résultera d'une part un sulfate de potasse ou de soude, qui étant soluble restera en dissolution dans l'eau, et un sous-carbonate de chaux insoluble qui se précipitera. La potasse ou la soude du commerce peuvent être employées l'une et l'autre à cette opération, sans préparation préalable.

Si le sel était un carbonate de chaux tenu en dissolution par un excès de son propre acide, on conçoit qu'en versant dans l'eau un peu d'une dissolution de potasse ou de soude caustique, cet excès d'acide étant neutralisé, le carbonate devra se précipiter; on peut remplacer la dissolution de potasse ou de soude par une petite quantité de chaux caustique, ou d'eau de chaux. Ces opérations peuvent se faire dans de grands vases en bois dans lesquels on fera arriver l'eau.

Quand les matières en dissolution sont de nature végétale ou animale, c'est encore par des agents chimiques, les alcalis, les acides, suivant les cas, qu'il faut les attaquer. Voici à ce sujet ce que j'ai vû arriver dans un des plus grands établissements de blanchiment qui existent en France.

C'était au mois d'octobre 1824; les eaux, qui sont constamment belles toute l'année, se trouvent salies chaque automne par les feuilles qui tombent des arbres plantés sur le bord des ruisseaux qui amènent l'eau à la manufacture, en sorte qu'à cette époque elles ont toujours une légère teinte jaunâtre.

Quelques circonstances particulières ayant dé-

terminé la chute d'une plus grande quantité de feuilles à-la-fois, les eaux se trouvaient plus colorées que de coutume. Cependant l'ouvrage pressait, et l'on se hasarda à rincer dans cette eau une partie de toiles de coton qui avaient reçu le nombre de coulages nécessaires pour les amener au blanc.

Après le rinçage, ces toiles se trouvèrent chargées d'une nuance feuille-morte assez prononcée; on ne s'en inquiéta pas, dans la persuasion que, lors de leur immersion dans le chlore, qui devait suivre immédiatement le rinçage, elles reprendraient leur première blancheur. Il en fut tout autrement, et bien loin de disparaître, la teinte se fonça tellement qu'il était question de les soumettre à un coulage extraordinaire. Ce fut à ce moment qu'on me consulta pour connaître la cause de ce phénomène, le moyen d'y remédier, et celui d'en prévenir la reproduction. M'étant soigneusement informé des diverses circonstances qui avaient accompagné cette action, je ne tardai pas à en découvrir la cause; et comme ce même cas peut se présenter dans d'autres établissements, je crois devoir la signaler ici, ainsi que le moyen bien simple de se mettre à l'abri de cet inconvénient.

Les feuilles, surtout à l'époque où elles se détachent des arbres, contiennent, ainsi que l'annonce leur couleur, une assez grande quantité de *tannin*, substance colorante très-soluble dans l'eau. L'eau dans laquelle on rinça les toiles et qui charriait une quantité considérable de feuilles,

tenait donc en dissolution beaucoup de tannin qui se déposa sur les toiles; celles-ci furent en cet état plongées dans une dissolution de chlorure de chaux, contenant par conséquent un peu de chaux dissoute. Or la chaux a la propriété de se combiner avec le tannin et de le rendre insoluble : tel était l'effet qui s'était produit.

Je fis préparer un bain légèrement aiguisé avec de l'acide nitrique qui décompose le tannin; on y plongea les toiles qui en sortirent quelques heures après parfaitement blanches.

Ainsi, dans le cas où les eaux seraient chargées de feuilles et qu'on aurait à craindre un pareil accident, il suffirait d'employer du chlore dissous dans l'eau, ou si l'on n'avait à sa disposition que du chlorure de chaux, passer préalablement les toiles dans une eau acidulée avec de l'acide nitrique, afin de décomposer le tannin dont elles seraient recouvertes lors de leur rinçage.

La pureté de l'eau peut être encore altérée par des matières terreuses seulement en suspension qui la rendent louche, colorée, quelquefois limoneuse. Pour épurer une eau semblable, on emploie suivant les cas, des moyens ou chimiques ou purement mécaniques. On est assez restreint dans le choix que l'on peut faire de ces moyens, tous n'étant pas également praticables en manufacture, parce que les manutentions auxquelles sont soumis les produits en exigent le plus souvent de grandes masses, ce qui entraînerait dans des dépenses beaucoup trop considérables.

Ainsi la *distillation*, employée dans certaines

circonstances pour se procurer de l'eau parfaitement pure, ne peut être d'aucune utilité dans une blanchisserie; il n'en est pas de même du *dépôt* et de la *filtration*. Ces deux moyens, le dernier surtout, peuvent être mis en œuvre avec succès, lorsque les localités ne permettent pas d'avoir immédiatement les eaux convenables, ou que des causes accidentelles, mais souvent répétées, viennent troubler momentanément celles qui servent aux opérations journalières d'une blanchisserie.

Souvent après dc fortes pluies, les eaux charrient des matières terreuses qui, si elles étaient une fois déposées sur les toiles, n'en seraient pas facilement enlevées. Il faut alors nécessairement recevoir les eaux dans des réservoirs pour les y laisser se séparer du limon qu'elles tiennent en suspension.

Les substances ainsi entraînées sont extrêmement ténues, et ne se déposent quelquefois qu'après un temps assez long; il est un moyen facile de hâter leur précipitation : il suffit d'ajouter à la masse d'eau un peu d'alun qu'on aura fait préalablement dissoudre. L'alumine qui entre toujours en proportion très-grande dans le limon, décompose l'alun (sulfate acide d'alumine et de potasse ou d'ammoniaque) en s'emparant d'une partie de l'acide du sulfate acide; il se forme ainsi un sous-sulfate d'alumine insoluble beaucoup plus pesant que l'alumine seule, qui se précipite immédiatement. La quantité d'alun à ajouter à la masse d'eau est relative à celle des ma-

tières terreuses en suspension; quelques essais apprendront bien vite quelles sont les proportions les plus convenables suivant le degré d'impureté de l'eau.

Suivant lord Macartney ce procédé d'épuration de l'eau serait depuis long-temps connu et et pratiqué en Chine; voici comment il s'exprime à ce sujet. « Dans cette peu profonde rivière, « celle de *Pei-Ho* la vase ou l'argile délayée que « remuent les grandes jounques, ou qui se déta- « che de ses bords peu solides, ou enfin qui est « entraînée des montagnes éloignées, reste mêlée « à son eau en si grande quantité, qu'elle est à « peine potable. Mais on l'éclaircit promptement « par le procédé très-simple que voici.

« On met un petit morceau d'alun dans le « creux d'un bambou percé de plusieurs trous. « Ensuite on remue trois ou quatre minutes avec « ce bambou l'eau qu'on a puisée dans la rivière. « Les particules de terre se mêlant avec l'alun, « sont précipitées au fond du vase, et l'eau qui « est au-dessus reste pure et diaphane. » (1)

Si l'altération de la pureté de l'eau ne provient que de substances hétérogènes tenues en suspension, on arrive à une opération plus prompte et plus complète par la filtration.

On a recours pour cette opération à de grands

(1) Voyage dans l'intérieur de la Chine et en Tartarie, fait dans les années 1792, 1793, 1794, par lord Macartney. Rédigé par sir Georges Staunton; traduit de l'anglais par J. Castera, tom. 2, pag 265.

tonneaux ou pipes garnis, à quelques pouces de leur fond, d'un double fond criblé d'une foule de trous assez petits; on couvre ce double fond avec une grosse toile, puis on met du gravier, ensuite une couche de charbon, puis du charbon grossièrement pilé, ensuite du grès, une seconde couche de charbon, enfin en dernier lieu un lit de sable de rivière. Un tuyau perpendiculaire établit la communication de l'espace compris entre le fond et le double fond avec l'extérieur, afin de faciliter la sortie de l'air qui s'y trouve enfermé.

L'eau arrive à la partie supérieure du tonneau, elle s'infiltre à travers ces différentes couches, abandonne les matières dont elle était chargée, et descend dans le double fond, d'où elle s'écoule par une chantepleure.

Lorsque les couches de charbon sont composées de charbon animal, outre l'action mécanique de cette substance pour dépouiller l'eau des matières étrangères qu'elle tient en suspension, il paraît qu'elle exerce une action chimique sur les matières salines avec lesquelles elle est combinée. Ainsi de l'eau chargée de sulfate ou de carbonate de chaux n'en contient presque plus après sa filtration à travers le charbon.

L'on concevra sans peine que le procédé d'épuration tel que je viens de le décrire, dans une grande blanchisserie, pourrait tout au plus servir à se procurer l'eau nécessaire pour le savonnage, la préparation de l'amidon, le passage au bleu et les autres opérations qui n'en exigent que des quantités bornées, mais qu'il serait tout-à-fait

impraticable si l'on voulait filtrer toute l'eau dont on a besoin pour les lessives et les nombreux lavages; la multiplicité des tonneaux nécessaires pour cela serait alors un véritable embarras.

Dans quelques manufactures anglaises, dont les propriétaires ont bien compris de quelle importance il était pour le résultat de leurs opérations de ne faire usage que d'eau parfaitement pure, on a fait construire des filtres susceptibles de fournir toute celle dont on a besoin. Voici une description succincte de la disposition de ces appareils.

On pratique dans le sol une vaste citerne de de 90 à 100 pieds de diamètre, sur une profondeur de 20 à 25 pieds au plus, que l'on revêt d'un mur en maçonnerie solidement établi et recouvert d'une couche d'un bon mortier hydraulique. Au centre de cette citerne s'élève, et à une même hauteur, une enceinte circulaire qui lui est concentrique. Cette enceinte qui doit servir de puisard n'a guère que dix à douze pieds de diamètre; à sa base sont placés des tuyaux en fonte qui traversent le mur dont elle est formée et qui, étant ouverts des deux bouts, établissent la communication entre son intérieur et la citerne qui l'entoure.

L'espace compris entre le mur de la citerne et celui du puisard est garni d'abord de gros cailloux à quelques pieds de hauteur; sur ces cailloux on étend une couche épaisse de gravier, puis une de grès, et enfin un lit de sable de rivière : le

tout s'élevant à peu près au deux tiers ou même aux trois quarts de la hauteur de la citerne; sur ce sable on fait arriver un cours d'eau qui remplit bientôt l'espace libre. L'eau descendant à travers toutes ces couches, s'épure comme dans les tonneaux, passe par les tuyaux, et se met de niveau dans le puisard, d'où une pompe l'élève pour la distribuer dans les différentes parties de l'établissement.

On a quelquefois donné aux couches une disposition inverse de celle qui vient d'être indiquée, c'est-à-dire que le sable de rivière était alors placé tout-à-fait au fond, tandis que les cailloux les plus gros se trouvaient à la partie supérieure; il est facile de s'apercevoir que cette disposition entraîne avec elle un assez grave inconvénient.

Lorsque le sable fin qui retient une plus grande quantité des matières qu'entraîne l'eau et qui ont échappé aux couches de cailloux et de grès laissant entre eux des interstices plus grands, a besoin d'être renouvelé, on doit sortir toutes les couches pour arriver à la dernière, tandis qu'en plaçant le le sable fin au-dessus, il suffit d'en enlever seulement quelques pouces qui se trouvent salis par le limon qui a été retenu, et sans qu'il soit besoin de toucher aux couches inférieures.

En creusant la citerne dans le sol pour que l'eau y arrive naturellement, au lieu de faire construire deux murs concentriques au-dessus du niveau du sol, ainsi que cela s'est pratiqué dans quelques endroits, on économise toute la force

nécessaire pour élever l'eau et la porter à la surface du sable.

Cette construction a de plus l'avantage de laisser libre un grand espace de terrain, ce qui n'est pas à négliger en manufacture, où l'on doit toujours chercher à éviter tout ce qui serait dans le cas d'apporter quelque entrave à la marche des opérations et à la facilité de leur exécution.

DES ALCALIS. DES ACIDES.

DES ALCALIS.

On comprend sous le nom générique d'*alcalis* des substances d'une saveur âcre et urineuse, pouvant se combiner avec les acides qu'ils neutralisent, d'où résultent des composés auxquels on a donné le nom de *sels:* les alcalis sont encore susceptibles de verdir plusieurs couleurs bleues végétales, celle du sirop de violettes par exemple; ils ramènent au contraire au bleu la couleur du tournesol rougie par un acide.

D'après ces caractères, on voit que parmi les substances dont on fait usage dans le blanchiment des toiles, celles qui portent les noms spéciaux de *potasse*, de *soude*, de *chaux*, ne sont que des alcalis, en tant qu'on les a rendues caustiques; car différemment on doit, ainsi qu'on le verra plus loin, les regarder comme de véritables sels, puisqu'ils sont en combinaison avec un acide.

Avant d'établir les caractères distinctifs et l'action chimique de chacun de ces alcalis en particulier, il est nécessaire de rechercher à quel état de pureté sont ces substances telles qu'on les trouve dans le commerce, ou qu'on les emploie dans les arts. Pour parvenir plus facilement à cette connaissance, il convient, ce me semble,

d'indiquer les matières premières qui les fournissent, et de donner une description succincte des procédés par lesquels on les obtient. Peut-être trouverons-nous ainsi que des matières, dont les noms très-différents ne rappellent nullement à l'esprit une même substance, sont cependant tout-à-fait identiques, et ne diffèrent entre elles que par des propriétés physiques purement accidentelles, ou tout au plus par les proportions variables des matières étrangères avec lesquelles elles sont mélangées.

C'est ainsi, et je dois le dire par avance, que toutes les substances employées en blanchiment pour la préparation des lessives, quel que soit d'ailleurs le nom par lequel on les désigne plus particulièrement, doivent toutes sans exception être rapportées à deux espèces différentes, la potasse et la soude. Ce sera donc dans les deux chapitres où je traiterai de l'extraction de ces alcalis, que je réunirai tout ce qui me semblera le plus propre à mieux faire ressortir l'identité de toutes ces substances avec l'un ou l'autre de ces corps.

DE LA POTASSE (1).

On a désigné pendant long-temps la *potasse* par le nom d'*alcali végétal*, parce qu'on la retire

---

(1) Je donnerai toujours le nom de potasse à la substance connue dans le commerce sous cette dénomination, me réservant de traiter de sa composition chimique au chapitre consacré aux *Caractères distinctifs et propriétés chimiques des alcalis.*

des végétaux; c'est en effet en brûlant ces derniers, lessivant les cendres qui sont le produit de cette combustion, et faisant évaporer cette lessive, qu'on se procure la potasse.

Puisque la potasse est un des produits de l'incinération des végétaux, on concevra sans peine que ce n'est qu'en brûlant ceux-ci en quantités considérables qu'on peut en obtenir suffisamment pour subvenir aux besoins des arts. Aussi cette exploitation ne peut-elle avoir lieu que dans des contrées peu habitées, que de vastes forêts recouvrent encore, et dans lesquelles, faute de routes ou de communications possibles par des rivières, les bois ne trouvent pas d'emploi plus avantageux.

En Europe, cette industrie est confinée dans les parties les plus montueuses de l'Allemagne, en Russie, en Pologne, et dans quelques autres pays voisins, où l'on rencontre des terrains immenses garnis de forêts de chêne, d'orme, d'aulne, de hêtre, de tremble, de peuplier, de sapin, etc.

Le nord de l'Amérique envoie en Europe des quantités très-considérables de potasse : l'accroissement rapide de la population de ce pays exige le défrichement et la mise en culture de terrains couverts jusqu'ici de forêts, en sorte que les bois sont dans quelques parties, considérés comme des embarras dont on est bien aise de se défaire.

C'est donc de ces différents pays que viennent les potasses que consomment les arts; dans le commerce elles sont connues sous le nom des pays qui les fournissent; telle est l'origine des dénominations particulières de *potasse de Russie*,

de *potasse d'Amérique*, etc. Une grande partie de la potasse du nord de l'Europe s'exportant par Dantzick, elle porte le nom de cette ville, et on l'appelle *potasse de Dantzick*.

A ces connaissances préliminaires des pays qui font presque exclusivement le commerce des potasses et des substances qui les produisent, je vais joindre la description des procédés que l'on suit pour cette extraction.

Les bois ayant été coupés, on les laisse se dessécher pendant quelque temps, ensuite on les réunit dans un lieu à l'abri des vents, qui rendraient la combustion trop vive et disperseraient les cendres que l'on a surtout pour objet de recueillir. On dispose ces bois sur le sol, en tas plus ou moins longs, et de douze à quinze pieds de hauteur; avec les branches les plus grosses on entremêle le plus possible des parties herbacées, telles que les feuilles et les jeunes pousses qui, à poids égal après leur dessication, fournissent beaucoup plus de cendres, et par conséquent d'alcalis, que les parties ligneuses. On a soin de pratiquer un fossé tout autour de ces amas de bois, pour empêcher que le feu se propage aux bois environnants.

Ces tas ainsi préparés, on y met le feu, et l'on a soin de ménager la combustion de manière à la rendre complète; l'eau, les acides et les matières résineuses contenues dans le bois, se vaporisent ou se brûlent en partie, et l'on obtient pour résidu sur le sol un monceau de cendres,

dans lesquelles se trouve la potasse, quoique en proportions assez petites.

Pour la facilité des transports, toujours très-difficiles dans des contrées peu habitées, ou à travers des forêts dépourvues de routes, il faut retirer la potasse des matières terreuses avec lesquelles elle est mêlée dans ces cendres, et qui en constituent la majeure partie, afin de la réduire à son moindre volume. Pour cela on remplit aux trois quarts, avec ces cendres, des tonneaux faits d'écorce de bouleau, et on verse par-dessus de l'eau qui, s'enfiltrant à travers la masse, dissout toutes les matières solubles qu'elle contient, et arrive au fond du tonneau, d'où on la retire au moyen d'une chantepleure. On fait ainsi passer de l'eau sur les cendres jusqu'à ce qu'elles soient totalement épuisées de toutes leurs substances salines.

Cette eau, ou lessive, est portée dans de grandes chaudières de fonte sous lesquelles on entretient du feu pour la porter à l'ébullition. Au moyen d'un grand réservoir en cuivre placé au-dessus des chaudières, et qui est constamment plein de lessive, on en fait couler de la nouvelle, à mesure que la première s'évapore. Par suite de cette évaporation, le liquide va toujours en s'épaississant; lorsqu'il a la consistance d'un sirop épais, on arrête l'écoulement de la lessive nouvelle, et on continue le feu. La matière cesse bientôt d'être liquide, et ne tarde pas à se prendre en masse; lorsqu'elle est bien sèche on la retire, et on la

met dans des barils que l'on ferme exactement afin de la garantir du contact de l'air.

A cet état cette matière est connue sous le nom de *salin;* elle est d'une couleur brune, produite par des parties végétales que la calcination n'avait pas complètement détruites, et qui étant solubles, ont été dissoutes par l'eau en même temps que la potasse, et restent avec elle après l'évaporation. Quelquefois le salin est livré au commerce dans cet état; mais plus souvent on le blanchit, en le soumettant de nouveau à une forte chaleur.

On se sert ordinairement pour cette seconde calcination d'une espèce de fourneau à réverbère, dont l'aire carrelée a dix à douze pieds de long et quatre à cinq pieds de large.

La partie supérieure décrit dans tous les sens une courbe élevée de dix-huit à vingt pouces au centre, et moins vers les extrémités, pour réfléchir la chaleur avec plus d'intensité.

Le foyer est placé à l'un des bouts, à quelques pouces au-dessous du niveau de l'aire, et la cheminée à l'autre bout, en sorte que la fumée et la chaleur, en traversant toute la longueur du fourneau, sont renvoyées à la surface du salin, sur lequel elles agissent ainsi plus fortement pour en chasser l'humidité, et brûler ce qui y reste de matières combustibles.

Sur les côtés de ce fourneau on pratique une ou deux ouvertures pour y introduire le salin, que l'on retire, lorsqu'il est arrivé à l'état de potasse, par une autre ouverture placée au fond du fourneau au-dessous de la cheminée.

Après avoir mis dans un fourneau de cette grandeur quatre à cinq cents livres de salin, on allume le feu, on remue de temps en temps la matière par les ouvertures latérales avec des râbles de fer, afin de renouveler les surfaces, et que toutes les parties reçoivent l'action du feu. Lorsque le salin commence à prendre une consistance pâteuse, et qu'il n'y reste plus de taches charbonneuses, ce dont on s'assure en en retirant un petit échantillon avec le râble, on le rassemble vers l'ouverture de la partie postérieure du fourneau, et on le fait tomber au dehors. A mesure que cette opération s'exécute, un autre ouvrier, avec une grande pelle de fer, porte, sur la partie de l'aire débarrassée, du nouveau salin, et l'on procède à une seconde opération.

Ainsi calciné, le salin prend le nom de *potasse;* on la renferme comme le salin dans des tonneaux, pour qu'elle n'éprouve pas d'altération par l'humidité.

On fait usage en Allemagne, pour calciner le salin, de fourneaux carrés de six pieds de côté, qui sont divisés en trois compartiments, dont deux latéraux servent de foyer, tandis que celui du milieu reçoit le salin. La partie supérieure de ce fourneau est une voûte surbaissée, en sorte que la flamme produite par le combustible placé sur les côtés est rabattue vers le centre; du reste l'opération est semblable à celle précédemment décrite.

Quel que soit le fourneau dans lequel on a traité le salin pour le faire passer à l'état de potasse,

celle-ci doit être légère, en masses dures, marquées de taches vertes ou bleuâtres, d'autres fois tirant sur le rouge. Ces nuances qne présentent les potasses varient suivant les localités, quoique constantes cependant pour chacune d'elles. Ainsi les potasses rouges, qui doivent leur couleur à une petite quantité d'oxide de fer, à du soufre, viennent toujours de l'Amérique; les potasses à taches bleuâtres ou verdâtres, produites par la présence d'un oxide de manganèse, sont fabriquées dans le nord de l'Europe, et portent le nom de *potasses de Dantzick.*

On conçoit en effet que des potasses préparées dans différents lieux par un même procédé, peuvent présenter cependant des teintes différentes dues à la variété des matières renfermées dans les végétaux qui les auraient fournies. Lorsque ces matières colorantes sont de nature végétale ou volatiles comme le soufre, en soutenant pendant un temps plus long la calcination du salin, et en élevant davantage la température, on parvient à l'en débarrasser. C'est par ce procédé qu'on prépare la potasse *perlasse.*

C'est ici le lieu de faire remarquer combien est peu fondée la préférence exclusive que quelques blanchisseurs accordent à la potasse rouge d'Amérique, à laquelle ils attribuent des propriétés toutes particulières; il est certain cependant que des marchands de potasses ont su tirer parti de cette prévention pour vendre avec avantage des potasses rouges qu'ils avaient fabriquées eux-mêmes. Pour cela ils chauffaient dans des chau-

dières de fonte une potasse quelconque, et y ajoutaient une petite quantité de soufre pour lui donner la teinte rougeâtre qui caractérise la potasse d'Amérique.

En Suède, et dans quelques parties de la Pologne, le procédé pour fabriquer le salin est un peu différent de celui que j'ai décrit : voici comment on opère dans ces pays.

Après la combustion du bois, on tamise les cendres pour en séparer les parties les plus grossières, et les débris de bois échappés à la combustion, que l'on met à part. Les cendres tamisées sont placées dans des tonneaux et lavées de la même manière que j'ai dit qu'on le pratiquait dans le procédé précédent; on pétrit avec cette lessive la portion qu'on avait séparée, en ayant soin d'y ajouter une certaine quantité de chaux vive; et l'on fait avec ce mélange une pâte ferme que l'on divise en pains. On dresse ensuite sur le sol un nouveau tas de bois; entre chaque rang de bûches on place un rang de pains, et l'on élève ainsi la pile jusqu'à une hauteur considérable; après quoi on y met le feu.

Dans cette calcination les cendres pétries avec la lessive éprouvent une sorte de liquéfaction; elles coulent et se réunissent en masses, qui par le refroidissement acquièrent une grande dureté, une couleur bleuâtre et une apparence demi-vitrifiée. On réduit ces masses en gros fragments, on les met dans des barils, et on les livre au commerce sous le nom de *casottes* ou *cassoudes*.

La substance alcaline, désignée dans le com-

merce par le nom de *cendres gravelées*, provenait exclusivement autrefois de la calcination de lies de vin ; aujourd'hui on se la procure encore en brûlant les rafles et les masses de raisins.

Lorsqu'on fabrique les cendres gravelées avec la lie, il faut préalablement faire dessécher celle-ci ; on y parvient facilement en l'enfermant, après l'avoir laissée déposer pour en séparer le plus qu'on peut de la vinasse qui la maintient à l'état liquide, dans de petits sacs de toile forte dont on lie l'ouverture ; on les place ensuite dans un vase carré ou rond, un tonneau ordinaire, dont le fond porte une ouverture pour laisser échapper le liquide. On remplit ce vase avec ces sacs qu'on a soin de mettre debout, et on les recouvre d'un fort plateau ou couvercle qui peut entrer dans le tonneau. On exerce ensuite une forte pression sur ce plateau, soit en le chargeant de poids, soit au moyen d'un long levier en bois dont le point d'appui est précisément sur un billot placé sur le couvercle du tonneau. A mesure que les lies se trouvent comprimées, il s'en écoule de la vinasse qui tombe dans un vase placé pour la recevoir.

Lorsqu'il ne sort plus de liquide, on ôte les poids, on enlève les sacs, et on en retire la lie qui est alors en masses compactes auxquelles on donne le nom de *pains*. On expose ces pains à l'air ou au soleil pour achever la dessication. Lorsque les lies sont bien sèches, qu'elles cassent net et avec bruit, elles sont à l'état convenable pour leur combustion. Cette incinération s'effectue dans

un fourneau circulaire, dont le sol est carrelé, qui a environ six pieds de diamètre et un pied seulement d'élévation au commencement de l'opération. Après avoir garni le fond de ce four avec de la paille ou du bois menu, on y range vingt-cinq à trente pains de lie, et on met le feu à la paille. Ces premiers pains en parfaite combustion, on en ajoute de nouveaux, et on continue ainsi à mettre des pains de lie à mesure que les premiers brûlent, en ayant soin d'élever les parois du fourneau à proportion que la masse augmente. On brûle ainsi jusqu'à un millier de pains.

Dans quelques fabriques, cette calcination de la lie se fait dans des fours ordinaires, semblables à ceux des boulangers. Le résidu de l'incinération de la lie est une masse légère, poreuse, d'une teinte grisâtre, parsemée de place en place de taches bleues ou vertes, dues à la présence d'un peu d'oxide de manganèse. De pareilles cendres, préparées avec le plus grand soin, sont presque entièrement solubles, et n'ont offert à M. Chaptal qu'un seizième environ de leur poids de résidu insoluble.

Il s'en faut de beaucoup que les cendres gravelées obtenues par l'incinération des rafles et des marcs de raisins soient aussi pures que celles que fournissent les lies; il paraît même que les fabricants y ajoutent beaucoup de matières étrangères qui augmentent leur poids, mais diminuent leur richesse relative en alcali. Leur préparation n'offre du reste aucune difficulté. Après avoir fait sécher les marcs, on en amoncelle une petite quantité

avec du bois menu, auquel on met le feu; on entretient la combustion en ajoutant successivement le restant des marcs; et quand on a brûlé le tout, on recueille les cendres.

D'après tout ce qui a été dit ci-dessus, sur la fabrication des différentes matières alcalines, on a dû s'apercevoir que l'opération principale, l'incinération, est de tous points semblable à celle qui se pratique journellement dans nos foyers, et que de plus on opère sur des matériaux de même nature, avec cette seule différence, que dans les forêts la masse de combustible est plus considérable; en sorte qu'on sera naturellement amené à reconnaître que les parties alcalines des cendres obtenues dans nos pays par la combustion des bois doivent être du même genre que les parties alcalines contenues dans les cendres des forêts; et qu'en soumettant les premières, ainsi que cela se pratique pour les secondes, à une lixiviation, et faisant évaporer la lessive, on aura un résidu qui sera de la véritable potasse.

Dans les laboratoires de chimie, et dans les officines de pharmacie, on prépare la potasse dont on a besoin en faisant un mélange de deux parties de crême de tartre (tartrate acide de potasse) et d'une partie de salpêtre (nitrate de potasse) que l'on projette par petites portions dans une bassine en fonte dont le fond est à peine rouge. Il se produit une déflagration très-vive, et l'on obtient un résidu charbonneux. On lessive ce résidu, qui se dissout presque en totalité; on jette la dissolution sur un blanchet pour en séparer les parties inso-

4.

lubles, et on la fait évaporer à siccité : le résidu est ce qu'on appelait autrefois l'*alcali du tartre* (sous-carbonate de potasse).

Les moyens par lesquels on prépare la potasse du commerce se ressemblent donc tous en ceci, qu'on doit nécessairement soumettre à la combustion des substances végétales ; toutes les autres opérations, telles que la lixiviation et la calcination pour transformer le salin en potasse, n'ayant pour objet que de la séparer de la majeure partie des matières étrangères avec lesquelles elle est mêlée. Quoique ces matières, ou mêmes seulement leurs proportions puissent varier, suivant l'espèce de végétaux qu'on a eue à sa disposition, de manière à ce que les mélanges présentent des aspects tout-à-fait différents, cependant les parties alcalines contenues dans ces composés divers n'en seront pas moins d'une même nature.

La purification qu'on fait subir aux potasses étant, comme on a pu s'en convaincre, très-imparfaite, ces matières, dans l'état où on les trouve dans le commerce, sont encore des composés de plusieurs substances, dont quelques-unes peuvent être sans influence dans les opérations du blanchiment, tandis que d'autres, au contraire, y seraient très-nuisibles.

Les parties alcalines étant les seules utiles au blanchisseur, on a cherché depuis long-temps un moyen facile de déterminer les proportions qu'en contiennent les principales substances employées en blanchiment, afin de connaître leur valeur relative, et de pouvoir proportionner la quantité

qu'on doit employer de chacune d'elles à la nature des matières sur lesquelles on veut les faire agir.

Le travail le plus complet à ce sujet a été fait par M. Vauquelin; on peut en voir le détail dans le 40[e] volume des *Annales de Chimie*. J'emprunte au Mémoire de ce savant chimiste le tableau suivant des résultats que lui a fournis l'analyse des six principales espèces de potasse; on y trouvera les proportions des diverses substances contenues dans 1152 parties de chacune d'elles.

Noms des potasses.

Potasse de Russie. 1152.	Potasse réelle. 772.	Sulfate de potasse. 65	Chlorure de potassium. 5	Résidu insoluble. 56	Acide carboniq. et eau. 254=1152
Potasse d'Amérique *idem.*	857	154	20	2	119=1152
Potasse perlasse *idem.*	754	80	4	6	308=1152
Potasse de Trèves *idem.*	720	165	44	24	199=1152
Potasse de Dantzick *idem.*	603	152	14	79	304=1152
Potasse des Vosges *idem.*	444	148	510	34	16* = 1152

* Le tableau inséré dans le mémoire porte au lieu de 16,

Dans l'art du blanchiment, les parties alcalines seules étant utiles, les valeurs vénales des potasses doivent être proportionnelles à la quantité d'alcali qu'elles contiennent, et c'est ce qui n'arrive presque jamais. Ainsi, à l'époque où M. Vauquelin faisait ses expériences,

		Potasse.
La potasse dure d'Amérique valait......	70 liv. et contenait	0.743
Celle dite perlasse.	60	0.656
—— de Dantzick..	57.10 sols.	0.524
—— de Trèves....	55	0.625
—— de Russie....	55	0.670
—— des Vosges...	35	0.385

Il en conclut que le prix commercial de la potasse de Russie, par rapport à ceux des autres, étant au-dessous des quantités d'alcali réel qu'elles renferment, est celle qui présente le plus d'avantage au consommateur, tandis que c'est la potasse de Dantzick qui en offre le moins; en sorte qu'en prenant pour base la première, le prix des autres se trouverait établi de la manière suivante :

1° Potasse de Russie.....	55 liv. le quintal.
2° Potasse d'Amérique...	60
3° Potasse perlasse......	54.3 sols.
4° Potasse de Trèves.....	51.6
5° Potasse de Dantzick...	43
6° Potasse des Vosges....	31.12 (1)

304; c'est évidemment une faute d'impression, tous les autres nombres étant semblables à ceux du tableau dans le détail des expériences.

(1) Il faut bien se rappeler que la base qui a servi à établir

Il faut supposer, à la vérité, que les quantités absolues d'alcali de chacune de ces potasses resteront toujours constantes, sans quoi le rapport de leurs prix respectifs devrait varier. On trouvera, dans le chapitre où je traiterai des essais alcalimétriques, les différents procédés au moyen desquels les blanchisseurs pourront toujours reconnaître les quantités d'alcali réel contenues dans toutes les espèces de potasse, et se mettre par conséquent à l'abri, tant des changements accidentels que diverses circonstances peuvent apporter à leur composition, que des altérations qu'auraient pu leur faire subir des spéculateurs avides.

DE LA SOUDE (1).

La soude était anciennement connue sous le

cette évaluation relative des six espèces de potasses ci-dessus serait sujette à varier, si ces substances alcalines devaient être employées à des opérations dans lesquelles une partie plus ou moins grande des matières autres que la potasse réelle, qui les constituent, ne serait pas sans utilité. Ainsi pour la fabrication du verre, l'on doit tenir compte du sulfate de potasse qui entre dans la composition d'une substance alcaline; dans ce cas ce serait la potasse de Trèves que l'on devrait prendre pour base, et le prix des autres serait établi ainsi qu'il suit :

	Potasse réelle et sulfate de potasse.	
1° Potasse de Trèves......	0.768	55 liv. le quintal.
2° Potasse d'Amérique.....	0.790	56.11 sols.
3° Potasse de Russie......	0.726	52
4° Potasse perlasse........	0.723	51.11
5° Potasse de Dantzick....	0.655	46.15
6° Potasse des Vosges.....	0.513	36.14

(1) Je ferai sur la dénomination que je donne à la soude du

nom d'*alcali minéral*, par opposition à celui d'alcali végétal qu'on donnait à la potasse, parce qu'on présumait qu'elle seule pouvait entrer dans la composition de quelques minéraux, propriété qu'alors on n'accordait pas à la potasse.

Il en est des soudes comme des potasses : elles ont reçu des désignations particulières, suivant les pays dont on les retire, les plantes qui les fournissent, ou les procédés par lesquels on les obtient. C'est ainsi qu'on distingue dans le commerce la *soude native*, plus connue sous le nom de *natron*, que l'on rencontre souvent à la surface de la terre abandonnée par les eaux salées.

Les *soudes naturelles*, auxquelles on joint communément le nom du pays où elles ont été préparées, ou celui des plantes dont on les extrait ; telles sont les *soudes d'Alicante*, *de Malaga*, *de Carthagène*, *de Ténériffe;* celles *de Salicor* ou *de Narbonne*, *d'Aigues-Mortes*, autrement dites *blanquettes ;* celles *de Normandie* ou le *vareck*.

Enfin, les *soudes factices* et *sels de soude*, faites de toutes pièces.

Je dois répéter ici une observation que j'ai déja faite en parlant des potasses ; c'est que les matières alcalines qui font partie de ces différents composés, se ressemblant quelquefois si peu par leur apparence, sont parfaitement identiques entre elles, lorsqu'on les sépare des substances étrangères avec

commerce une observation semblable à celle qu'on a lue au commencement du chapitre précédent. Voyez la note de la pag. 41.

lesquelles elles sont combinées ou seulement mélangées. Pour le prouver d'une manière irrécusable, je vais passer successivement en revue les moyens par lesquels on se procure les diverses substances comprises sous le nom générique de *soude;* je suivrai, pour cette description, l'ordre dans lequel je les ai nommées, et je commencerai par la soude native ou le natron.

C'est de l'Égypte principalement que nous vient le natron; on le retire des lacs situés dans le désert de Thaïat, à quelques lieues à l'ouest du Delta. Ces lacs, au nombre de six, sont alimentés, pendant les trois mois qui suivent le solstice d'été, par des sources abondantes qui tarissent au retour des chaleurs, dont la durée est de plus de neuf mois. Les eaux, qui s'élèvent jusqu'à la fin de décembre, décroissent après cette époque; et par suite de l'évaporation qui se produit à leur surface, quelques-uns de ces lacs restent complètement à sec.

Dès que la couche d'eau est assez basse, on commence à retirer le natron qui s'est déposé au fond du lac; des hommes entrent nus dans l'eau, brisent et arrachent le natron avec une pince de fer ronde, formée à un des bouts en champignon, et terminée de l'autre en pointe acérée.

La couche de natron qui s'est formée a quelquefois trente centimètres d'épaisseur; c'est une masse cristalline qu'on livre au commerce sans lui faire subir aucune purification; aussi cette soude est-elle mêlée avec des quantités plus ou moins

considérables de sel marin et de sulfate de soude, qui diminuent beaucoup sa richesse alcaline et par conséquent sa valeur dans le commerce.

Le sol qui environne ces lacs est un composé de gypse et de barres de roche calcaire, recouvert de sable quartzeux; les eaux des lacs tiennent en dissolution une grande quantité de sel marin. Or, d'après les observations faites près des lacs Natron mêmes par M. Berthollet, toutes les fois que le sel marin (muriate de soude) et le carbonate de chaux sont mélangés et placés dans des circonstances favorables, qui paraissent être l'humidité et la chaleur, ces deux substances se décomposent réciproquement, et donnent lieu d'une part à du muriate de chaux qui étant très-soluble s'infiltre dans la terre avec les eaux, et à du carbonate de soude d'autre part, qui se dépose par l'évaporation. Il paraît aussi que le gypse, sulfate de chaux, sert d'intermédiaire à cette double décomposition, qui n'aurait pas lieu sans lui (1).

En Hongrie, dans le comté de Bahor, on retire aussi du natron de quelques lacs qui se trouvent entre Dobritzin et Groswaradin. Ces lacs, qui ont un à deux milles de circonférence, sont pleins d'eau pendant tout l'hiver; mais en été cette eau s'évapore, et laisse à découvert le sable qui constitue le fond de ces lacs. Peu de jours après la disparution des eaux, ce qui arrive vers la mi-avril ou au commencement de mai, le sable se re-

(1) Voyez pour de plus grands détails les *Mémoires sur l'Égypte*.

couvre d'une efflorescence qui n'est autre chose que du natron. On enlève cette première couche, qui se trouve remplacée par une seconde au bout de trois ou quatre jours. On continue ainsi à enlever les couches de natron à mesure qu'elles se produisent, pendant tout l'été, c'est-à-dire jusqu'à la fin d'octobre, époque à laquelle les lacs se remplissent. On n'éprouve d'interruption dans ce travail que par la chute de pluies abondantes, qui fournissent momentanément de l'eau aux lacs. Ce natron, livré au commerce sans être préalablement purifié, est aussi impur que celui d'Égypte : la théorie de sa formation est du reste absolument semblable à celle que j'ai indiquée en parlant de celui-ci.

Soudes naturelles. Lorsqu'il a été question des moyens par lesquels on se procure la potasse, on a vu que cette substance se préparait en incinérant des végétaux et lavant les cendres qui en proviennent; cependant, si les plantes ainsi brûlées avaient été recueillies dans le voisinage de la mer, ce ne serait plus de la potasse, mais bien de la soude qu'on retirerait de leurs cendres. On concevra donc déja que ce doit être par des procédés analogues à ceux que j'ai décrits en traitant de la potasse, qu'on se procurera la soude, avec cette différence cependant qu'on ne soumettra à la combustion que des plantes maritimes.

C'est surtout en Espagne que ce genre d'exploitation est le plus répandu, principalement dans les environs d'Alicante et de Carthagène, dont les soudes sont généralement les plus estimées;

aussi n'y a-t-il que quelques années que ces contrées étaient encore en possession de fournir la presque totalité des soudes qu'on consommait dans les manufactures françaises, tandis qu'aujourd'hui la France n'en reçoit plus qu'une petite quantité.

Quoi qu'il en soit, c'est par l'incinération d'une plante connue sous le nom de *barille* (*salsola soda* de Linnée), cultivée en Espagne avec le plus grand soin, que l'on se procure la soude. Cette plante est en effet, de toutes les plantes maritimes, celle qui fournit la soude en plus grande abondance et à un état plus pur.

La barille étant coupée, on la fait sécher à l'air comme du foin, et on la brûle dans des fosses de trois pieds environ de profondeur et de quatre pieds de largeur, pratiquées dans un sol bien sec. On y entretient la combustion pendant plusieurs jours. Le résidu est une masse saline, d'un gris bleuâtre, dure, compacte, presque vitreuse, que l'on concasse en gros fragments pour en faciliter le transport.

Telle est la substance appelée dans le commerce *soude naturelle*. C'est un composé, en proportions variables, de sous-carbonate et de sulfate de soude, de sulfure de sodium, de sel marin, de sous-carbonate de chaux, d'alumine, de silice, d'oxide de fer, et de charbon échappé à la combustion. Outre ces matières, on y rencontre encore quelquefois du sulfate de potasse et du chlorure de potassium.

La richesse alcaline des soudes fabriquées en

France, par l'incinération des plantes qui croissent sur les bords de la mer, est bien inférieure à celle des soudes d'Espagne. Cette différence paraît tenir aux espèces de plantes que l'on brûle, et aussi au peu de soin que l'on apporte à leur culture. Voici du reste un aperçu des soudes naturelles fabriquées en France.

Le *salicor* ou *soude de Narbonne* s'obtient par l'incinération du *salicornia annua*, qu'on cultive sous le nom de *salicor* aux environs de Narbonne. Cette plante est semée et récoltée dans la même année. La soude qui en provient contient, d'après M. Chaptal, 14 à 15 pour 100 de soude réelle; elle est employée en totalité par les verreries et les savonneries du midi de la France.

La *blanquette* ou *soude d'Aigues-Mortes* est d'une qualité inférieure à la précédente; on l'extrait de toutes les plantes qui croissent naturellement sur les bords de la mer, entre Aigues-Mortes et Frontignan. Ces plantes sont le *salicornia europæa*, le *salsola tragus*, l'*atriplex portulacoïdes*, le *salsola kali* et le *statice limonium*. Suivant M. Chaptal, c'est la première de ces plantes qui fournit le plus de soude, et la dernière qui en donne le moins. On les fauche toutes à la fin de l'été, on les fait sécher et on les brûle. Le produit brut de cette incinération donne une soude qui ne contient que de 3 à 8 pour 100 de soude.

La combustion des fucus qui croissent en abondance sur les bords de l'Océan, fournit le *vareck* ou *soude de Normandie*. C'est principalement dans le département de la Manche qu'on se livre

à cette fabrication. Après avoir amoncelé le vareck, qui se trouve en très-grande quantité sur certaines parties de la côte, pour lui faire subir un commencement de fermentation, on l'étend pour le faire sécher, et on le brûle ensuite. On obtient ainsi une masse très-dure, contenant à peine de la soude, mais renfermant au contraire plusieurs autres substances, telles que du sulfate de soude, de potasse, du chlorure de sodium, de potassium, en assez grandes proportions, et un peu d'iodure de potassium. C'est, comme on le voit, la moins riche des trois.

La soude que l'on retire de ces différentes plantes, provenant évidemment de la décomposition du sel marin, puisqu'elles n'en fournissent plus lorsqu'elles sont cultivées loin du rivage de la mer, on pourrait croire que cette action se produit dans l'acte de leur combustion : M. Vauquelin avait même pensé que cette décomposition du sel marin s'opérait par l'acide pyroligneux qui se forme lorsqu'on brûle des végétaux ; mais l'analyse qu'il a faite du *salsola soda* lui a prouvé que l'alcali existe naturellement dans cette plante (1).

Il paraît donc probable que la force vitale qui anime les plantes, met en mouvement leurs organes, qui leur fait absorber les substances liquides et élaborer les matériaux nécessaires à leur développement, agit avec une énergie assez grande pour opérer cette décomposition du sel marin ap-

(1) Annales de Chimie, tom. 18, pag. 65.

porté sur le sol ou déposé sur leurs parties herbacées par l'effet de l'évaporation de l'eau de mer et de son refroidissement.

Rappelant actuellement les détails que j'ai donnés sur les moyens par lesquels on se procurait autrefois toute la soude que réclamaient les besoins des arts, il est bien évident que, dans toutes les circonstances, cette substance provient du sel marin, qui a été décomposé dans les soudes natives par l'effet des affinités, d'où résulte une double décomposition du sel marin et du sous-carbonate calcaire (2). Dans les soudes retirées des plantes maritimes, cette décomposition a lieu par l'action de la force vitale sur les principes constituants du sel marin. Ceci étant bien compris, on ne pourra se refuser à admettre que si, par un moyen quelconque, on parvient à rompre l'association des corps qui composent le sel, on n'aura fait qu'imiter une opération journalière de la nature, et qu'on devra également obtenir de la soude. Tel est en effet l'objet qu'on se propose dans la fabrication des *soudes factices.*

---

(2) Pour être plus clair, je dis seulement une double décomposition, quoiqu'il paraisse certain qu'il y en ait réellement deux, qui s'effectuent successivement. En effet, le sulfate de chaux, dont la présence est indispensable dans le mélange pour la formation du natron, peut porter à croire, d'après ce qui se passe dans la fabrication des soudes factices, qu'il y a d'abord échange de base et d'acide entre le sulfate de chaux et l'hydrochlorate de soude, et que le sulfate de soude ainsi formé est ensuite décomposé par le carbonate calcaire.

C'est à feu Leblanc qu'on est redevable des procédés pour se procurer la soude par la décomposition du sel marin. Ces procédés, auxquels on n'a fait subir que de très-légères modifications, ont créé en France une industrie qui a affranchi nos manufactures d'un tribut de 20 millions qu'elles payaient à l'Espagne en achat de soude, tandis que l'auteur d'une découverte aussi importante s'est ruiné, ainsi que cela n'arrive que trop souvent, par les dépenses qu'il a dû faire pour donner à son procédé la perfection nécessaire. Voici comment se pratique cètte opération.

Après avoir pulvérisé le sel marin, on le place dans de grands fourneaux à réverbères, assez semblables à celui que j'ai décrit en parlant de la transformation du salin en potasse. Le sol du fourneau est fait avec de grandes tables de pierre inattaquable par les acides. Après avoir allumé le feu, on y introduit la quantité d'acide sulfurique convenable pour décomposer le sel marin, et le faire passer ainsi à l'état de sulfate de soude, (sel de Glauber); on remue la matière par les ouvreaux, avec un ringard, pour faciliter le contact et la décomposition de la totalité du sel. Par la réaction de l'acide sulfurique sur le sel, il se dégage une grande quantité de gaz acide hydro-chlorique. Dans quelques fabriques, on recueille cet acide en le combinant avec de l'eau : il constitue alors ce qu'on appelle l'acide hydrochlorique liquide, universellement employé aujourd'hui pour la préparation du chlore.

A Marseille, où l'on traite des masses énormes de sel, on laisse perdre l'acide hydro-chlorique, qui se produit en trop grande abondance pour qu'on pût en trouver la vente.

Cette conversion du sel marin en sulfate de soude étant opérée, on reprend ce sulfate, que l'on mélange le plus intimément possible avec des proportions déterminées de craie (carbonate de chaux) et de charbon, l'un et l'autre pulvérisés; ce mélange est alors jeté dans un second four à réverbère, pareil à celui dans lequel on a opéré la décomposition du sel marin; on allume le feu, et on élève la température du four un peu au-dessus du rouge cerise, en ayant soin de brasser fréquemment le mélange. La matière ne tarde pas à devenir pâteuse; il se produit un boursoufflement dû au gaz hydrogène sulfuré qui se dégage et qui s'enflamme; la pâte acquiert bientôt une assez grande fluidité : alors on la pétrit bien avec un ringard. Quand le dégagement du gaz a cessé, que le mélange est en fusion tranquille, on retire la matière du four, avec un rable de fer, par l'ouverture ménagée sous la cheminée; elle tombe à terre sous la forme d'une pâte molle, terreuse et embrasée, qui durcit par le refroidissement. Cette matière n'est autre chose que la *soude artificielle brute.*

Si l'on rapproche actuellement ce que j'ai dit sur les circonstances qui accompagnent la formation du natron, des détails qu'on vient de lire sur la fabrication de la soude de toutes pièces, on s'apercevra facilement qu'on a cherché à placer

les mêmes matières premières dans des circonstances à peu près semblables, afin qu'elles puissent également réagir les unes sur les autres. Ainsi le sol qui avoisine les lacs d'où l'on retire le natron est formé principalement de carbonate de chaux et de sulfate de chaux. Les moyens puissants d'élaboration dont dispose la nature suffisent pour que le sulfate de chaux décomposant d'abord le sel marin en dissolution dans l'eau des lacs, ou qui se dépose par suite de l'évaporation, le transforme ensuite en sulfate de soude : ces mêmes moyens opèrent la double décomposition de ce dernier sel et du carbonate de chaux ; d'où résulte d'une part du carbonate de soude, et de l'autre du sulfate de chaux.

Soit que toutes les circonstances dans lesquelles s'effectuent ces différentes décompositions n'aient pas encore été complètement découvertes, soit que nos moyens n'aient pas une action aussi énergique, il n'a pas été possible jusqu'à présent d'opérer d'une manière aussi directe que le fait la nature : de là la nécessité de commencer par transformer préalablement le sel marin en sulfate de soude, par l'action de l'acide sulfurique, afin de pouvoir ensuite le faire passer, par l'intermédiaire de la craie et du charbon, à l'état de sous-carbonate de soude.

La soude factice ainsi obtenue est un composé de craie, de sous-sulfure de chaux, de sulfure et de sulfite de soude, de charbon et de sous-carbonate de soude ou soude, cette dernière dans la proportion de 28 à 32 pour cent environ. Dans

cet état, elle serait peu propre aux opérations du blanchiment; on a donc pris le parti de la raffiner, c'est-à-dire de la séparer de la majeure partie des matières étrangères avec lesquelles elle est mêlée.

La soude brute pulvérisée grossièrement, au moyen de meules verticales, est mise dans des tonneaux que l'on en remplit aux deux tiers, et sur lesquels on fait arriver de l'eau, qui s'écoule par une chantepleure placée à la base du tonneau. Ces eaux, en s'infiltrant à travers la masse, dissolvent les matières solubles, telles que le sulfite et le sous-carbonate de soude. Portées dans de grandes chaudières en fonte, ces lessives y sont évaporées jusqu'à siccité : le résidu est une masse saline plus ou moins blanche. Lorsqu'on veut la purifier complètement, on la met de nouveau dans un four à réverbère afin de détruire, par une forte calcination, les parties végétales solubles qui la salissent. Dans quelques fabriques, l'évaporation des lessives et la calcination du résidu se font dans un même fourneau, immédiatement l'une après l'autre, ces deux opérations n'en font alors véritablement qu'une. Quoi qu'il en soit, le résidu, qui est alors parfaitement blanc, porte le nom de *sel de soude:* ce sel contient ordinairement de 70 à 80 pour 100 de son poids de soude réelle, sous-carbonate de soude.

Je ne suis entré dans tous ces détails sur la fabrication des diverses espèces de soude, que quelques personnes trouveront peut-être trop longs, que pour prouver aux blanchisseurs qui ont conçu des préventions contre quelques-unes de ces substances,

notamment contre les sels de soude, combien ces préventions sont mal fondées, puisque toutes ces soudes, quels que soient d'ailleurs les noms qu'on leur donne, étant toujours le résultat de la décomposition du sel marin, sont des substances absolument identiques, lorsqu'elles sont séparées des matières étrangères avec lesquelles elles sont mêlées, et qui masquent diversement l'aspect uniforme sous lequel elles se présentent à l'état de pureté.

DE LA CHAUX (1).

Quoique la chaux soit une substance bien connue, j'aurai si souvent besoin, dans le cours de cet ouvrage, de faire mention de ses propriétés, que je crois nécessaire de rappeler l'attention sur quelques-unes d'entre elles, auxquelles il serait très-possible qu'on n'eût pas pris garde, précisément parce qu'on est tous les jours dans le cas de les observer.

On se procure la chaux, dans les arts, en calcinant le sous-carbonate calcaire, pierre à chaux, dans des fours dont la forme varie suivant les localités. Soumise ainsi pendant un certain temps à une température convenable, la pierre à chaux présente des propriétés toutes nouvelles; elle a acquis de la causticité, et reçoit alors le nom de chaux vive.

Avant sa calcination, mise en contact avec l'eau il ne se produisait aucune action, elle était sans

(1) Même observation qu'à la page 41.

saveur ; en versant dessus un acide quelconque, une vive effervescence avait lieu. Si, après la calcination de la pierre à chaux, c'est-à-dire lorsqu'elle est à l'état de chaux vive, on verse dessus une petite quantité d'eau, cette eau disparaît, la chaux s'échauffe, exhale de la vapeur, se fendille, augmente beaucoup de volume, se délite, se divise, se réduit en poudre : si on jette alors une nouvelle quantité d'eau sur les fragments qui ne sont point encore totalement divisés, elle est absorbée avec bruit. La chaux à ce nouvel état porte le nom de *chaux éteinte*, parce qu'elle a perdu la saveur âpre et brûlante qui la caractérisait avant d'être traitée par l'eau.

La chaux caustique, vive ou éteinte, ne jouit plus de la propriété de faire effervescence avec les acides. Abandonnée à elle-même, cette chaux s'empare de l'humidité de l'air, si elle n'a pas été éteinte, se fendille, se divise, perd sa causticité en absorbant du gaz acide carbonique, et acquiert par conséquent la faculté de faire de nouveau effervescence avec les acides.

En s'éteignant, la chaux s'approprie une grande quantité d'eau qui augmente son poids de près de moitié : c'est à cet état qu'on l'emploie le plus ordinairement.

EAU DE CHAUX.

Quoiqu'on fasse rarement usage d'*eau de chaux* dans les ateliers de blanchiment, j'aurai si fréquemment l'occasion, dans le cours de cet ouvrage, de me servir de cette expression, de parler

d'opérations dans lesquelles on s'en sert, qu'il est nécessaire de faire connaître ce que c'est, et le moyen de la préparer.

La chaux n'est pas absolument insoluble; à la température de + 15°6, l'eau en dissout $\frac{1}{770}$ de son poids, suivant M. Dalton. Ainsi, en prenant de la chaux, la mettant dans de l'eau, et laissant ces deux corps en contact pendant quelques heures, en ayant soin d'agiter deux ou trois fois, l'eau se chargera d'une certaine quantité de chaux qu'elle tiendra en dissolution; ce qu'il sera facile de reconnaître à sa saveur, et aux propriétés alcalines qu'elle aura acquises, tandis que sa transparence n'en sera nullement affectée.

C'est à de l'eau ainsi chargée de chaux qu'on donne le nom d'*eau de chaux*. On la prépare comme il vient d'être dit. Pour la conserver, il faut la mettre dans des flacons bien bouchés, à l'abri du contact de l'air : sans cette précaution, elle absorberait l'acide carbonique, qui la neutraliserait.

SAVONS.

Les savons, en général, sont des combinaisons à proportions fixes des matières grasses végétales ou animales avec les alcalis. D'après M. Chevreul, lorsqu'on met en contact un corps gras quelconque, tel qu'une huile ou de la graisse, avec un alcali, ce dernier à l'état caustique, la tendance de celui-ci pour entrer en combinaison, détermine la rupture des principes constituants de la substance grasse, qui, se réunissant dans un nouvel ordre, donnent lieu à divers acides, qu'il

a désignés par les noms d'acides margarique, oléique et stéarique. Ces acides nouveaux, en présence de l'alcali, s'unissent à lui, forment un composé qui n'est, ainsi qu'on le voit, qu'un véritable sel, connu sous le nom de *savon*.

Tous les corps gras ne fournissent pas les mêmes acides : ainsi avec les huiles végétales il ne se produit que de l'acide margarique et de l'acide oléique; il y a formation de ces mêmes acides et d'acide stéarique, lorsque l'on opère sur des graisses de mouton, de bœuf, de porc.

Suivant aussi l'alcali dont on fait usage, les savons diffèrent dans quelques-unes de leurs propriétés physiques. Ainsi les savons que forment les graisses et les huiles avec la potasse restent généralement mous, ou plus ou moins pâteux; les savons à base de soude, au contraire, sont tous durs.

On sait aussi que le degré de pureté des matières que l'on emploie influe sur la couleur du savon : de là les *savons verts*, fabriqués avec les huiles de graines; les *savons marbrés*, qui ne doivent leur couleur qu'à quelques oxides métalliques accidentellement unis à l'alcali, ou qu'on y ajoute quelquefois; enfin, les *savons en table* ou *blancs*, dont la nuance tient à une plus grande pureté des matières, et peut-être aussi à une quantité considérable d'eau qui entre dans leur composition (1).

---

(1) Pour de plus amples détails des phénomènes que présentent les alcalis dans leur action sur les matières grasses,

Quelle que soit sa couleur, comme aussi son aspect et sa consistance, le savon possède les mêmes propriétés, à son degré de force près. Il est plus pesant que l'eau ; sa saveur est légèrement alcaline. Exposé à l'air, il se dessèche presque entièrement. L'eau le dissout plus facilement à chaud qu'à froid ; cette dissolution est sur-le-champ troublée lorsqu'on y verse un acide, qui, en s'emparant de l'alcali, met en liberté les acides gras qui s'y trouvent ; elle l'est encore par tous les sels solubles métalliques autres que ceux à base de potasse, de soude, parce qu'il y a dans tous les cas production de savons insolubles, les savons à base de potasse et de soude étant seuls solubles.

D'après tout ce qui vient d'être dit, il me semble qu'il est assez indifférent de faire usage d'un savon plutôt que d'un autre. La facilité qu'on aura de se procurer l'un ou l'autre devra seule décider du choix. Dans les départements du Nord, où l'on fabrique une quantité prodigieuse d'huile de graines, on fait uniquement usage de savon vert ; tandis que les blanchisseries plus rapprochées de Marseille, telles que celles de Tarare, n'emploient que du savon marbré, ou même du savon en table.

Il faut dire cependant que plusieurs blanchisseurs croient fermement que le savon vert jouit

---

voyez les différents mémoires de M. Chevreul, intitulés : *Recherches chimiques sur plusieurs corps gras, et particulièrement sur leurs combinaisons avec les alcalis*, insérés dans *les Annales de Chimie et de Physique.*

à un plus haut degré que le savon blanc ou le savon marbré, de la propriété d'enlever aux tissus les matières colorantes.

Abstraction faite de la facilité que donne sa consistance pâteuse pour le faire agir avec une moindre quantité d'eau, mais qui n'est d'aucun avantage dans le blanchiment où l'on ne fait usage que de solutions très-étendues, je crois que si le savon vert paraît agir avec plus d'énergie que le savon marbré ou le savon en table, il ne doit cette propriété qu'à l'excès d'alcali avec lequel il est uni; en sorte qu'on peut toujours rendre égal à la sienne la force d'action de ceux-ci; il suffit pour cela d'ajouter à leur solution une quantité plus ou moins grande d'alcali caustique.

Au surplus, on ne fait usage de savon en blanchiment que pour traiter des tissus que l'action répétée des alcalis fatiguerait trop, tels que les linons, les mousselines fines, les batistes, etc. Les matières grasses adoucissent et rendent plus souples ces mêmes tissus. Mais les ateliers qui ne blanchissent que des toiles de lin ou de chanvre, ou même des tissus de coton plus forts, ont en grande partie renoncé à son emploi, qu'ils ont reconnu plus dispendieux et moins utile que celui des alcalis.

Les savons à base de potasse et de soude étant les seuls solubles, la propriété que possèdent tous les sels dont les bases peuvent former avec les acides margarique, oléique et stéarique des composés insolubles, explique pourquoi les eaux chargées de sels calcaires, dites *séléniteuses*, *dures*,

crues, sont impropres au savonnage. C'est que lors de sa dissolution dans une pareille eau, le savon soluble est décomposé, la potasse ou la soude s'unit à l'acide du sel dont la base se combine avec l'acide gras, d'où résulte un savon calcaire qui se précipite en un dépôt floconneux.

C'est cette même propriété qu'on a mise à profit pour revivifier les vieilles lessives (1).

DES ACIDES.

On a donné le nom d'*acides* à des corps composés, solides, liquides ou gazeux à la température ordinaire, qui ont pour caractères de rougir certaines couleurs bleues végétales, telles que celle du tournesol, d'avoir une saveur aigre quand ils sont faibles, comme le vinaigre; ou d'en avoir une caustique quand ils sont énergiques, comme l'acide sulfurique concentré, mais qui devient aigre en l'affaiblissant d'une manière quelconque; de se combiner avec les alcalis, de les neutraliser et d'être réciproquement neutralisés par eux.

Les acides employés dans le blanchiment, sont: 1° l'acide acétique, provenant de l'acidification du lait; 2° l'acide sulfurique; 3° l'acide hydrochlorique ou muriatique. Je vais passer succinctement en revue les propriétés particulières de ces différents acides.

(1) Voyez le chapitre de l'*Eau* et l'*Appendice* au chapitre de la préparation des lessives.

DE L'ACIDE ACÉTIQUE.

L'acide acétique, dont on fait usage dans les blanchisseries, provient de la fermentation spontanée du lait que l'on réunit en grandes masses dans des cuves en bois.

Ainsi abandonné à lui-même, le lait se sépare peu à peu en trois parties, l'une supérieure, c'est la crême; la seconde, est la matière caseuse; la troisième, liquide d'un jaune verd, âcre, transparente, légèrement acide, c'est le petit lait. L'acidité de ce dernier augmente de plus en plus jusqu'à une certaine époque, et si on le distille alors, on en retire du vinaigre ou acide acétique.

Dans la réaction des principes constituants du lait, qui en fait passer une portion à l'état d'acide acétique, une autre portion subit la fermentation putride, et il se dégage beaucoup de gaz; le liquide répand une odeur fétide et malsaine.

L'acide acétique se produit dans toutes les décompositions des matières animales ou végétales, qu'elles soient spontanées, ou déterminées par des agents, tels que le feu, les acides nitrique, sulfurique, et les alcalis.

Lorsque le mouvement tumultueux d'un liquide fermentescible, connu sous le nom de fermentation alcoholique, est terminé, il se produit une nouvelle action, qui est la fermentation acide, d'où résulte de l'acide acétique; souvent même ces deux actions marchent simultanément, en sorte que l'alcohol est décomposé à mesure qu'il

se forme; c'est alors de l'acide acétique qui se substitue à sa place.

DE L'ACIDE SULFURIQUE.

L'acide sulfurique pur est un liquide blanc, inodore, d'une consistance oléagineuse, d'une saveur acide très-forte. Son action sur les matières végétales et animales est très-grande. Dans les arts on s'assure de son état de concentration au moyen de l'aréomètre de Baumé; celui qu'on trouve dans le commerce marque ordinairement 66° à cet instrument, ce qui répond à peu près à 1,845 de pesanteur spécifique, le poids de l'eau sous un même volume étant représenté par l'unité.

Soumis dans une cornue de verre à l'action de la chaleur, l'acide sulfurique bout et se vaporise sans se décomposer à 300° du thermomètre centigrade. Cette distillation de l'acide sulfurique ne laisse pas d'être assez difficile à conduire, à cause des soubresauts qui se produisent, et qu'on évite en partie en introduisant dans la cornue quelques fragments de verre hérissés de pointes.

L'acide sulfurique concentré exposé à l'air en attire l'humidité, aussi augmente-t-il de volume et de poids, tout en perdant de son degré de concentration; on remarque en outre que l'acide, qui d'abord était blanc, devient jaunâtre; cette teinte provient de ce que l'atmosphère tient toujours en suspension des matières végétales ou animales que l'acide sulfurique désorganise et charbonne.

L'acide sulfurique le plus concentré, à 66°, contient encore un cinquième environ de son poids d'eau ; il se combine en toutes proportions avec l'eau.

Devant avoir fréquemment l'occasion dans le cours de cet ouvrage d'indiquer l'état de concentration d'un liquide, par sa pesanteur spécifique, je crois utile de donner un tableau de la relation qui existe entre le poids spécifique d'un liquide, et le degré qu'il marque à l'aréomètre, me bornant cependant aux données les plus usuelles (1).

Table de correspondance des poids spécifiques d'un liquide avec les degrés de l'aréomètre de Baumé, pour 10° *Réaumur* (2).

Degrés.	Pes.spéc.	Degrés.	Pes.spéc.	Degrés.	Pes.spec.	Degrés.	Pes.spéc.
0	1.0000						
1	1.0066	6	1.0411	11	1.0780	16	1.1176
2	1.0133	7	1.0483	12	1.0857	17	1.1259
3	1.0201	8	1.0556	13	1.0935	18	1.1343
4	1.0270	9	1.0630	14	1.1014	19	1.1428
5	1.0340	10	1.0704	15	1.1095	20	1.1515

(1) La formule qui donne cette relation est $p=\frac{152,4}{152,4-d}$. *p* est le poids spécifique et *d* le degré aréométrique correspondant.

(2) Cette table est extraite d'un tableau beaucoup plus étendu donné par M. Francœur dans le Dictionnaire Téchnologique, au mot *Aréomètre*.

DE L'ACIDE HYDRO-CHLORIQUE OU MURIATIQUE.

L'acide hydro-chlorique s'obtenant de la décomposition du sel marin (hydro-chlorate de soude), par l'acide sulfurique, c'est dans les fabriques de soudes factices que l'on prépare aujourd'hui tout celui que l'on emploie dans les arts.

Cet acide est naturellement un fluide élastique, ou gaz, incolore, parfaitement transparent, d'une odeur vive et suffocante, très-soluble dans l'eau qui, à la température de + 20° et sous la pression ordinaire, peut en dissoudre quatre cent soixante-quatre fois son volume.

Le gaz acide hydro-chlorique est formé de deux autres corps également gazeux, l'hydrogène et le chlore, qui entrent pour parties égales en volume dans sa composition.

C'est toujours dissous dans l'eau qu'on emploie dans les arts l'acide hydro-chlorique; à cet état, lorsqu'il est parfaitement pur, cet acide est incolore, la nuance jaune de celui du commerce provient d'un peu de chlore et d'acide nitreux en dissolution.

L'acide hydro-chlorique liquide concentré a une saveur très-caustique, une odeur insupportable; il marque de 22° à 24° à l'aréomètre de Baumé et pèse spécifiquement 1,208. Exposé à l'air, il produit des vapeurs blanches dues à l'acide qui, se dégageant à l'état de gaz, s'empare de l'humidité de l'air.

Soumis à l'action de la chaleur, ces vapeurs deviennent plus abondantes, et l'acide s'affaiblit de plus en plus.

Les indications de l'aréomètre relativement à l'état de concentration de cet acide sont presque toujours trompeuses; car il est facile de la faire paraître plus grande, tout en maintenant une qualité acide assez faible. Ainsi j'ai vu de l'acide hydrochlorique marquant 25° à l'aréomètre et vendu pour tel, quoiqu'il n'en eût réellement que 18. C'est qu'on y avait ajouté assez de sel marin pour affecter sa densité d'un aussi grand nombre de degrés.

A la suite des *Essais alcalimétriques* on trouvera un procédé propre à reconnaître le degré de concentration d'un acide quelconque.

CARACTÈRES DISTINCTIFS ET PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES ALCALIS.

Pour me conformer au langage du commerce, et aussi pour ne pas jeter du vague dans l'esprit des blanchisseurs, en désignant les substances qu'ils emploient par d'autres noms que ceux sous lesquels elles leur sont plus généralement connues, je me suis abstenu de toute dénomination chimique. C'est ainsi que j'ai appelé *potasse* et *soude* les matières que l'on désigne de cette manière dans les ateliers: j'en userai de même alors que je serai arrivé aux détails des opérations; mais avant de passer aux moyens de reconnaître la richesse alcaline de ces substances, et par conséquent leur valeur réelle, il est indispensable, pour qu'on puisse comprendre plus facilement les principes sur lesquels ces moyens sont fondés, que je fasse connaître la composition chimique des parties alcalines que renferment ces différentes substances.

Cette étude est surtout utile pour pouvoir se rendre compte de la manière d'agir des alcalis dans les opérations du blanchiment, et parvenir à assigner les circonstances les plus favorables à leur action; aussi recommandé-je vivement ce chapitre à l'attention des blanchisseurs que je supposerai n'avoir aucune notion de chimie : ce

sera une raison de plus pour apporter dans mes explications autant de simplicité que de clarté et de précision. Si, malgré mes efforts, je ne réussis pas à me faire comprendre, qu'ils n'en attribuent pas le défaut à leur intelligence, ni à la matière elle-même, mais qu'ils le rejettent en entier sur moi.

Les substances connues dans les arts sous le nom générique d'alcalis, et les désignations spéciales de potasse, soude, (sous cette dernière dénomination j'entends la soude purifiée) pierre à chaux, ne sont point des corps simples, mais bien des composés d'un acide gazeux, appelé gaz acide carbonique, et d'oxide de potassium, de sodium, ou de calcium, autrement dits potasse, soude et chaux, qui sont les véritables alcalis. Dans leur état de combinaison avec le gaz acide carbonique l'alcalinité de ces substances se trouve détruite, en conséquence de la propriété reconnue aux alcalis et aux acides en général de se neutraliser réciproquement et de former des corps nouveaux qu'on désigne par le nom de sels.

Il est un moyen facile de s'assurer que ces alcalis sont dans un état de combinaison avec le gaz acide carbonique; il suffit de les mettre en contact avec un acide plus énergique que celui-ci, qui le chassera, et se substituant à sa place, donnera lieu à un nouveau composé, ou sel. Ainsi, que l'on verse sur l'une quelconque de ces substances, de l'acide sulfurique ou hydro-chlorique, il se produira une vive effervescence, due au dégagement du gaz acide carbonique, facilement

reconnaissable à son odeur aigrelette; les propriétés acquises par la substance ainsi traitée seront en outre tout-à-fait différentes de celles dont elle jouissait auparavant; ce sera un composé de la partie fixe du corps soumis à l'expérience avec l'acide qu'on a employé. Si l'on a fait usage d'acide sulfurique, on obtiendra avec la potasse, du sulfate de potasse (potasse vitriolée); avec la soude, du sulfate de soude (sel de Glauber); et du sulfate de chaux (plâtre) avec la pierre à chaux.

Les sulfates de potasse et de soude étant solubles, resteront en dissolution; on pourra les retirer, en faisant évaporer la liqueur; le sulfate de chaux étant au contraire très-peu soluble, se déposera. Ces trois substances traitées par l'acide hydro-chlorique donnant lieu à des composés,, hydro-chlorates de potasse, de soude, de chaux, extrêmement solubles, ceux-ci resteront en dissolution, et on ne pourra les obtenir que par l'évaporation.

Il paraîtra constant je crois, d'après ces faits, que le gaz acide carbonique qui s'est dégagé entrait dans la composition primitive de ces substances, et que cette combinaison a été détruite par l'acide sulfurique, avec lequel ces mêmes substances en ont contracté une nouvelle.

Mais s'il est facile de concevoir que des agents aussi énergiques que l'acide sulfurique, ou l'acide hydro-chlorique, se combinent avec les alcalis et les neutralisent, peut-être les personnes peu familiarisées avec les propriétés des corps auront-elles plus de peine à comprendre comment l'acide

carbonique, qui est une substance gazeuse et par conséquent impalpable, peut jouir aussi de la propriété de neutraliser les alcalis.

Qu'on se rappelle cependant de quelles propriétés différentes est douée la pierre à chaux avant et après sa calcination : avant, c'est un corps inerte, sans saveur, sans causticité, sur lequel l'eau n'exerce aucune action, tandis que les acides peuvent, ainsi que je viens de l'établir, dégager du gaz acide carbonique; après, sa saveur est âcre et brûlante, il n'est plus possible d'en mettre impunément, même un très-petit fragment sur la langue. On sait aussi comment alors elle se comporte avec l'eau : il en a été question lorsque j'ai parlé de la chaux en particulier.

Cependant la calcination n'a fait que chasser le gaz acide carbonique, avec lequel cette substance était combinée : la preuve en est dans la perte de poids qu'elle a éprouvée, perte précisément égale au poids du gaz acide carbonique avec lequel on verra dans le cours de ce chapitre qu'elle était combinée, et en ce qu'elle ne fait plus effervescence avec les acides, propriété qu'elle reprendra cependant si on la place dans un milieu contenant du gaz acide carbonique, attendu que celui-ci sera rapidement absorbé; c'est ce qui arrive lorsqu'on abandonne de la chaux à l'air libre.

Une conséquence très-importante, que je serai obligé de rappeler fréquemment dans la suite de cet ouvrage, résulte de ces différents faits : c'est qu'un alcali à l'état de combinaison avec un acide quel qu'il soit, solide, liquide, ou gazeux, est

inerte, puisque ses propriétés se trouvent neutralisées. Si les corps sur lesquels on doit le faire agir n'exercent pas sur lui une action capable de le dégager de sa combinaison, c'est inutilement qu'on les mettra en contact avec lui ; il faut alors, pour que l'alcali agisse, que la combinaison dans laquelle il est engagé soit préalablement détruite, afin qu'il se trouve dans les circonstances convenables pour en contracter une avec les corps en présence desquels on le placera ; ou, en d'autres termes, lorsqu'on n'a pas à traiter les alcalis par des agents énergiques, tels que les acides, il faut nécessairement les amener à l'état de causticité.

Ainsi la potasse et la soude, à l'état de carbonates, c'est-à-dire combinées avec le gaz acide carbonique, ne peuvent point s'unir aux corps gras, les huiles ou les graisses, pour faire du savon, parce que l'action de ces substances sur ces carbonates n'est point assez énergique pour vaincre l'affinité réciproque des deux corps qui les constituent, de sorte qu'une nouvelle combinaison ne peut avoir lieu. Mais si, par un moyen quelconque, on enlève l'acide carbonique, et qu'on rende ainsi l'alcali libre, sa combinaison avec le corps gras s'effectuera immédiatement, et il en résultera du savon.

Cette explication des circonstances dans lesquelles les alcalis peuvent exercer leur action n'offre, ce me semble, aucune difficulté ; mais elle a besoin d'être bien comprise, car c'est par elle qu'on arrivera à concevoir comment les alcalis agissent sur les toiles pour les blanchir, et par con-

séquent à l'appréciation exacte et raisonnée des moyens les plus convenables pour que cette action s'opère avec autant d'écouomie que de perfection.

Puisque les alcalis du commerce sont des corps composés dont les propriétés se trouvent neutralisées par leur combinaison avec un acide, quel moyen doit-on employer pour détruire cette combinaison, afin qu'ils agissent de la manière la plus efficace ?

Lorsqu'il a été question de la chaux, j'ai rappelé qu'une calcination convenablement soutenue pouvait décomposer le carbonate calcaire; il n'en est pas de même des carbonates de potasse ou de soude. Quelque élevé que soit le degré de chaleur qu'on parvienne à produire dans un four à chaux, ni même une plus haute température, ne peuvent vaincre la force d'affinité qui retient en combinaison le gaz acide carbonique avec l'une ou l'autre de ces substances. Il faut donc nécessairement recourir à un autre moyen pour séparer ces corps; mais avant de passer à celui que nous offre la chimie, il est indispensable, pour qu'on se rende mieux compte de l'action qui en résulte, et de sa précision, d'entrer dans une explication succincte du principe sur lequel il est fondé.

Toutes les fois qu'on mêle un sel (1) et un

(1) Je rappellerai encore une fois qu'on donne en chimie le nom de sels, à des composés d'alcali ou d'oxide métallique avec un acide; ainsi le sulfate de cuivre (vitriol bleu), le nitrate de potasse (salpêtre), le sous-carbonate de plomb (céruse)

oxide (1) tous les deux en dissolution dans l'eau, et que l'oxide en se combinant avec l'acide du sel peut donner lieu à un sel insoluble : le premier est décomposé, et il s'en forme un nouveau par la combinaison de l'acide et de l'oxide : ce nouveau composé étant insoluble se précipite, et l'oxide qui entrait dans la composition du premier sel restera en dissolution, s'il est soluble, ou se précipitera s'il est lui-même insoluble (2).

Ce principe admis, et il est facile de le vérifier par expérience, ne serait-il pas possible d'en faire l'application au cas qui nous occupe; il ne s'agit en effet que de trouver un oxide qui forme avec le gaz acide carbonique un composé ou sel insoluble, car en le mettant en contact avec une dissolution de carbonate de potasse ou de soude, il s'emparera de l'acide qui les neutralise, les fera passer ainsi à l'état caustique, et se précipitera.

---

sont des sels résultant, le premier, de la combinaison de l'acide sulfurique avec le deutoxide de cuivre; le second, de celle de l'acide nitrique avec la potasse; le troisième, de l'union du gaz acide carbonique avec le protoxide de plomb.

(1) Composé résultant de la combinaison d'un métal avec l'oxygène; oxide de fer, rouille, oxide de plomb, litharge, etc.

(2) Quelle que soit la généralité que je suppose à cette action des oxides sur les sels, elle n'est vraie cependant que dans certaines limites; mais comme elle a effectivement lieu à l'égard des corps que j'ai à considérer ici, j'ai cru pouvoir sans inconvénient la présenter comme se produisant toujours. Pour les exceptions, voyez les ouvrages de chimie. Thénard, Traité de chimie, tom. 3, pag. 49 et suiv. quatrième édit.

Il faut en même temps que l'on se procure cet oxide facilement et à bon marché; or la chaux nous présente toutes ces propriétés. Combinée avec le gaz acide carbonique, le sous-carbonate de chaux qui en résulte est tout-à-fait insoluble, tandis que les carbonates de potasse et de soude le sont extrêmement; la chaux elle-même est soluble dans 770 fois son poids d'eau à + 15° 6 suivant M. Dalton.

Si donc on mêle une dissolution de chaux avec une dissolution de carbonate de potasse ou de soude, la chaux enlevera à celle-ci l'acide carbonique avec lequel elle est combinée, passera à l'état de sous-carbonate insoluble qui se déposera, tandis que la potasse, ou la soude, dégagée de l'acide qui la neutralisait, se trouvera ramenée à l'état caustique, c'est-à-dire pouvant entrer en combinaison même avec les corps qui ont sur elle l'action la plus faible.

Le rôle de la chaux dans cette opération est donc tout-à-fait passif, et c'est bien à tort que quelques blanchisseurs éprouvent une répugnance presque invincible à en faire usage, persuadés qu'elle reste en dissolution dans la lessive, et que par suite son action sur les tissus cause des avaries qui leur sont très-préjudiciables. D'après tout ce qui vient d'être dit on s'apercevra combien est grande cette erreur; les blanchisseurs doivent être bien convaincus que le seul objet qu'on se propose, en mettant la chaux en contact avec les alcalis, est d'enlever à ceux-ci le gaz acide carbonique qui les neutralise, et les empêcherait d'agir

sur les matières colorantes qu'ils doivent enlever aux tissus. Ce même acide en abandonnant l'alcali se combine avec la chaux et la neutralise.

Il est au surplus très-facile de s'assurer que telle est l'action de la chaux : les dissolutions de potasse ou de soude, séparées du dépôt qui se sera formé après qu'elles auront été traitées par la chaux, ne feront plus comme auparavant effervescence avec les acides, tandis que ce même dépôt laissera dégager du gaz acide carbonique, lorsqu'on versera dessus de l'acide sulfurique ou hydro-chlorique. L'acide carbonique a donc abandonné la potasse ou la soude, pour se porter sur la chaux avec laquelle il s'est combiné, et de cette combinaison résulte un sel insoluble, du carbonate de chaux, craie, qui se précipite.

A ce qu'il a été dit de l'impossibilité des alcalis, à l'état de carbonates, de contracter de nouvelles combinaisons, à moins qu'on ne les traite par des agents très-énergiques, on objectera peut-être que, s'il en était ainsi, les lessives préparées avec les carbonates de potasse ou de soude ne devraient avoir aucune action sur les toiles, qu'on parvient cependant à blanchir parfaitement en ne les traitant qu'avec des lessives dont les alcalis n'ont pas été rendus caustiques.

Cette objection, ainsi qu'on va le voir, est tout-à-fait spécieuse.

Les alcalis du commerce, les potasses surtout, ne sont jamais en entier à l'état des carbonates, il y en a toujours une portion qui est caustique, et c'est cette portion qui agit d'abord ; mais dans les

soudes et les sels de soudes, il n'en est pas ainsi: comment se fait-il qu'ils exercent une action?

Dans leurs différentes combinaisons, les corps sont soumis à des lois de composition très-remarquables, d'après lesquelles elles se font toujours en proportions fixes; ainsi la potasse et la soude peuvent s'unir à l'acide carbonique en deux proportions seulement: l'une appelée *sous-carbonate*, dans laquelle les propriétés alcalines de ces deux substances ne sont pas totalement masquées; l'autre, *carbonate neutre*, parce que le gaz acide carbonique s'y trouve en quantité suffisante pour neutraliser complètement l'alcali.

C'est la première de ces deux combinaisons qui constitue la majeure partie de la potasse et la totalité des soudes du commerce; or, lorsqu'on met en contact une lessive alcaline préparée avec un sous-carbonate et des tissus, la matière colorante qui recouvre ceux-ci exerce sur ce sous-carbonate une action qui tend à le décomposer: cette action seule serait trop faible il est vrai pour détruire la combinaison, mais le sous-carbonate ayant de son côté une tendance à se charger d'une quantité plus grande de gaz acide carbonique, et ces deux actions concourant au même but, une moitié du sous-carbonate est décomposée; l'acide carbonique qui servait à le former s'unit à l'autre moitié pour la faire passer à l'état de carbonate neutre qui devient tout-à-fait inerte. C'est ainsi une partie de l'alcali qui rend caustique l'autre partie, en se chargeant de l'acide avec lequel celle-ci était combinée, et c'est à cette dernière qu'est

due l'action qui se produit, tandis que tout ce qui est devenu carbonate est totalement perdu (1).

Le blanchisseur qui s'imagine que l'alcali opère sans être caustique, parce qu'il ne l'a pas porté à l'état de causticité, se trompe donc, car cet effet se produit aux dépens d'une partie de l'alcali même qu'il emploie, et l'on peut juger combien il lui coûte cher.

J'ai vu préférer dans plusieurs établissements du département du Nord, notamment dans les blanchisseries de batistes de Valenciennes, la substance alcaline connue sous le nom de casotte ou cassoude, malgré son prix plus élevé, même aux meilleures potasses. Cependant cette substance ne contient jamais au-delà de 22 pour 100 de son poids d'alcali réel. Cette préférence, qui paraît si extraordinaire, s'explique d'une manière toute naturelle. Dans la fabrication des cassoudes, on ajoute aux cendres qui doivent les former de la chaux

(1) D'après l'observation que, toutes les fois qu'on sature avec précaution du sous-carbonate de potasse par un acide faible, il ne se manifeste une effervescence que lorsqu'on a déja versé dans la solution une certaine quantité d'acide, que ce phénomène se reproduit avec les mêmes circonstances, lorsqu'on fait passer du chlore dans une pareille solution, M. Robiquet, *Dictionnaire technologique*, tom. 5, p. 212 et 213, dit qu'il paraîtrait que ce sous-carbonate devrait être considéré comme un mélange d'alcali caustique et de carbonate saturé. Je suis assez porté à partager l'opinion de M. Robiquet, à laquelle l'action du sous-carbonate sur les matières colorantes des toiles me semble ajouter une nouvelle force; et ce qu'il dit du sous-carbonate de potasse, je l'étendrai à celui de soude.

vive; lorsqu'on prépare les lessives de cassoude dans les blanchisseries, le sous-carbonate de potasse cède son acide à cette chaux et se trouve ainsi ramené à l'état caustique, c'est-à-dire susceptible d'agir en totalité.

J'ai cru devoir insister longuement sur tous ces faits, parce que j'ai pu me convaincre par moi-même qu'ils sont plus imparfaitement connus de la plupart des blanchisseurs. Il me reste actuellement à indiquer dans quelles proportions il faut mélanger la chaux et les sous-carbonates, pour que la décomposition de ceux-ci soit complète.

Si, comme je l'ai dit, les proportions dans lesquelles peuvent se combiner les corps sont soumises à des lois fixes, en connaissant la composition des sous-carbonates de chaux, de potasse et de soude, c'est-à-dire les proportions dans lesquelles ces bases peuvent s'unir avec l'acide carbonique, il sera facile d'en conclure les quantités respectives qu'on devra employer; or

100 sous-carbonate de chaux....	43..70 acide carbonique. 56..30 chaux.
100 sous-carbonate de soude....	41..32 acide carbonique. 58..68 soude.
100 sous-carbonate de potasse..	31..78 acide carbonique. 68..22 potasse.

Avec ces données, rien de plus aisé que de trouver les proportions dans lesquelles il faudra mélanger la chaux et le sous-carbonate de soude, par exemple. On commencera par rechercher quelle est la quantité de chaux nécessaire à la saturation du gaz acide carbonique entrant dans la

composition de 100 parties du sous-carbonate ; pour cela on n'aura qu'à chercher le quatrième terme de la proportion suivante :

$$43.70 : 56.30 :: 41.32 : x \frac{56.30 \times 41.32}{43.70} = 53.23.$$

Ce sera donc 53, 23 de chaux à employer pour enlever tout l'acide carbonique combiné dans 100 de sous-carbonate de soude ; ensuite, au moyen d'une simple proportion, on trouvera également combien on devra ajouter de chaux à telle autre quantité du même sous-carbonate. En supposant qu'on ait 145 liv. de celui-ci, on dira :

$$100 : 53.23 :: 145 : x \frac{53.23 \times 145}{100} = 77.18.$$

Les 145 liv. de sous-carbonate de soude exigeront, pour être ramenées à l'état caustique, 77 liv. 18 de chaux.

Pour le sous-carbonate de potasse, on devra rechercher le quatrième terme de la proportion suivante, établie d'après sa composition, savoir :

$$43.70 : 56.30 :: 31.78 : x \frac{56.30 \times 31.78}{43.70} = 40.94.$$

On aura 40. 94, bien près de 41 parties de chaux, à employer pour décomposer complètement 100 de sous-carbonate de potasse. On pourra alors établir la proportion, pour toute autre quantité, ainsi qu'il suit : soient 110 liv. de potasse sur lesquelles on veuille opérer, on dira :

$$100 : 41 :: 110 : x \frac{41 \times 110}{100} = 45.10.$$

Cent dix livres de sous-carbonate de potasse

exigeront donc pour leur décomposition 45 liv. de chaux.

Ces exemples suffiront, je l'espère, pour mettre en état les personnes les moins familiarisées avec ces sortes d'opérations d'effectuer les calculs nécessaires pour ces décompositions.

L'eau ne dissolvant, ainsi que je l'ai dit, que $\frac{1}{772}$ de son poids de chaux, on concevra que pour obtenir d'assez petites quantités de chaux en dissolution, il faudrait opérer sur des masses énormes d'eau, heureusement il n'en est pas ainsi: la décomposition des sous-carbonates de potasse et de soude s'opérant également bien, lorsqu'on ajoute à leur dissolution la chaux, soit vive, soit éteinte.

Dans le chapitre intitulé *Préparation des lessives*, je traiterai de la manière de faire cette opération et des modifications à apporter aux proportions indiquées ci-dessus, d'après la manière d'être des substances que l'on fait agir les unes sur les autres. Voyez aussi le chapitre des *Essais alcalimétriques*.

L'obstination de quelques blanchisseurs à ne vouloir faire usage pour leurs opérations que de potasse rouge ou bleue, suggéra d'abord l'idée de mélanger des sels de soude avec des potasses naturellement colorées, quelquefois même on les colora artificiellement, et enfin on donna à des sels de soude purs l'apparence rouge ou bleue, seul indice par lequel on reconnaissait la potasse (1). Comme il

(1) Ce sont des soudes ainsi préparées auxquelles on donne le nom de *potasses factices*.

peut être utile dans quelques cas de s'assurer de la nature d'une substance alcaline, je vais indiquer les moyens de la reconnaître.

Le sous-carbonate de potasse est âcre, légèrement caustique, très-soluble dans l'eau, verdissant le sirop de violettes, attirant fortement l'humidité, et tombant en déliquescence, incristallisable, fusible, un peu au-dessus de la chaleur rouge, indécomposable par la chaleur la plus forte, à moins qu'il ne soit humide.

Le sous-carbonate de soude est âcre, légèrement caustique, très-soluble dans l'eau, plus à chaud qu'à froid, verdit le sirop de violettes, cristallise par le refroidissement sous forme de prismes rhomboïdaux, ou de deux pyramides quadrangulaires appliquées base à base et à sommets tronqués: ces cristaux exposés à l'air s'effleurissent et tombent en poussière; soumis à l'action de la chaleur, ils éprouvent d'abord la fusion aqueuse, et ensuite la fusion ignée un peu au-dessus de la chaleur rouge; ces cristaux contiennent d'après M. Bérard 62.69 pour 100 d'eau de cristallisation. Le sous-carbonate de soude est indécomposable par la chaleur, à moins qu'il ne soit humide.

Pour reconnaître qu'une substance alcaline est du sous-carbonate de potasse ou de soude pur, ou un mélange de ces deux sels, on prépare une dissolution concentrée de cette substance à chaud, on la filtre pour en séparer les matières insolubles, ensuite on l'abandonne à elle-même. Si par le refroidissement il se forme des cristaux

semblables à ceux que j'ai décrits ci-dessus en parlant du sous-carbonate de soude, la substance ne sera que du sous-carbonate de soude. Si l'on n'obtient pas de cristaux par le refroidissement et que la dissolution évaporée à siccité laisse un résidu qui exposé à l'air en attirera l'humidité et se résoudra en un liquide d'une apparence oléagineuse, on pourra être certain que la substance est du sous-carbonate de potasse, ou du moins qu'il y entre en grande proportion.

Si l'on supposait que la substance fût un mélange de ces deux sels, il serait facile de s'en assurer immédiatement, en versant dans sa dissolution une seule goutte d'hydro-chlorate de platine; il s'y formera sur-le-champ un précipité jaune si la liqueur contient de la potasse, tandis qu'il n'y aura pas de précipité si ce n'est que de la soude.

Enfin, si l'on veut savoir dans quelles proportions ces deux substances sont mêlées, après avoir saturé une pareille dissolution avec de l'acide acétique bien pur, on fera évaporer jusqu'à siccité à une douce chaleur, et on délaiera le résidu dans de l'alcohol. L'acétate de potasse sera entièrement dissous, tandis que l'acétate de soude ne le sera pas. En calcinant ce dernier dans un creuset au rouge-brun, l'acétate sera décomposé et le résidu ne sera que de la soude libre, mêlée avec les sulfates et les muriates qui pouvaient se trouver dans la substance alcaline. Pesant alors ce résidu, on en conclura les proportions respectives des deux substances.

On peut parvenir au même résultat en saturant

la dissolution avec l'acide sulfurique et faisant cristalliser. Le sulfate de potasse cristallisera en prismes à six ou quatre pans très-courts, terminés par des pyramides à six ou quatre pans; ces cristaux sont durs, grenus et craquerout sous la dent.

Le sulfate de soude cristallise en longs prismes à six pans, transparents, terminés par un sommet dièdre ; ces cristaux par leur exposition à l'air s'effleurissent; il ont une saveur qui a d'abord quelque ressemblance avec celle du sel marin, mais qui ne tarde pas à devenir d'une amertume très-désagréable. Par des cristallisations successives on pourra séparer ces différents cristaux. Ces deux méthodes sont également bonnes, la première me semble cependant plus facile et plus expéditive.

ESSAIS ALCALIMÉTRIQUES.

Dans tout ce qu'on vient de lire sur les caractères distinctifs et les propriétés chimiques des alcalis, ils ont toujours été considérés comme étant parfaitement purs : j'ai dû faire abstraction pour cela des substances étrangères à leur composition, avec lesquelles ils se trouvent constamment mêlés, et en proportions plus ou moins grandes, ainsi que l'on a pu s'en convaincre lorsqu'il a été question des moyens par lesquels on se les procure.

Dans l'art du blanchiment, les parties alcalines étant les seules utiles, il est évident que le blanchisseur a le plus grand intérêt à s'assurer exactement de leurs proportions dans les potasses et les soudes qu'il emploie, afin de pouvoir graduer la force respective de ses lessives proportionnellement à la nature des matières qu'il veut blanchir. Or, la quantité des parties alcalines varie considérablement d'une potasse ou d'une soude à l'autre, selon les matériaux, et les procédés qui ont servi à leur préparation ; cette quantité peut encore varier pour des potasses fabriquées par un même procédé, par des causes accidentelles, des adultérations, etc. Afin de se mettre à l'abri des erreurs qu'on pourrait commettre, et des pertes qui en seraient la suite inévitable, on a cherché depuis long-temps un moyen facile de reconnaître

les proportions de parties alcalines que renferment les potasses et les soudes du commerce : quelques blanchisseurs font usage pour cela de l'aréomètre. Après avoir fait dissoudre dans une quantité donnée d'eau un poids déterminé de la substance à essayer, ils regardent à quelle hauteur l'aréomètre se soutient dans cette dissolution, et en concluent sa richesse comparativement à une autre. Mais cette indication est tout-à-fait illusoire; car ils savent bien par là qu'une dissolution est plus dense qu'une autre, mais ils ignorent si cette densité du liquide est due à l'alcali ou à d'autres matières solubles qui affectent également l'aréomètre, tandis qu'elles ne sont d'aucune utilité dans leurs opérations.

Home, dans son *Essai sur le blanchiment des Toiles*, donna l'analyse des différentes substances employées par les blanchisseurs de son temps; il détermina, par la quantité d'acide nitrique qu'elles exigeaient sous un même poids, les proportions d'alcali que contenait chacune d'elles, et il assigna ainsi l'ordre dans lequel elles devaient être rangées relativement à leur alcalinité. On a reconnu depuis que les résultats donnés par Home manquaient de précision : cela pouvait tenir à l'imperfection des moyens d'analyse dont il se servit.

Richard Kirwan chercha plus tard à apprécier les quantités respectives d'alcali réel contenues dans ces mêmes substances, par la précipitation comparative produite avec la potasse pure, et la substance à essayer dans une dissolution d'alun. Pour cela, après avoir dissous dans l'eau

des poids égaux de ces substances, et en avoir séparé par le filtre les parties insolubles, il versait de la dissolution d'alun dans la liqueur, jusqu'à ce qu'il ne s'y formât plus de précipité, et que le liquide manifestât un léger excès d'acide. Lavant alors le dépôt, le faisant chauffer jusqu'au rouge pour en chasser l'eau et l'acide carbonique qui y étaient combinés, le pesant, et comparant son poids avec celui du précipité qu'il avait obtenu par un même poids de potasse pure, il en concluait la quantité d'alcali contenue dans la potasse soumise à l'essai.

Cette méthode, bonne d'ailleurs, est d'une exécution longue et difficile; elle exige en outre une grande habitude des manipulations de laboratoire, et un ensemble d'instruments dont les blanchisseurs sont rarement pourvus.

Enfin, M. Vauquelin ayant repris ce travail, y apporta sa sagacité et sa précision ordinaires : il perfectionna le mode d'essai indiqué par Home, de façon à le rendre tout à-la-fois simple et précis. Le procédé que proposa ce chimiste célèbre, qui lui avait servi pour l'analyse comparative des principales potasses du commerce, dont les résultats ont déja été rapportés, consiste à juger du plus ou moins d'alcalinité des diverses substances par les quantités différentes qu'elles exigent pour leur saturation, d'un acide d'un degré constant, comparées à celle qui est nécessaire pour saturer un même poids de sous-carbonate de potasse pur.

Il est évident que par cette méthode, et avec un peu de soin, on arrive à connaître assez exac-

tement les proportions d'alcali contenues dans les potasses et les soudes du commerce. Les causes d'erreur ne peuvent provenir que de la présence de matières non alcalines, susceptibles cependant de saturer une portion d'acide, qui se rencontrent quelquefois mêlées avec ces substances. C'est ainsi que dans les soudes, le sulfure et le sulfite de soude pourraient, en absorbant une certaine quantité d'acide, faire évaluer trop haut leur titre. J'indiquerai plus tard les moyens proposés pour se mettre à l'abri de l'influence de ces corps, et faire disparaître par conséquent toute incertitude dans ces sortes d'essais.

L'acide que M. Vauquelin avait proposé d'employer était l'acide nitrique à 20° à l'aréomètre de Baumé, c'est-à-dire ramené à la densité de 1,165 ; l'eau étant 1,000. La difficulté de se procurer dans le commerce de l'acide nitrique parfaitement pur, fit qu'on donna la préférence à l'acide sulfurique dont la composition au degré de concentration où il marque 66° à l'aréomètre, ou à 1,845 de densité est assez constante.

On chercha également à substituer au sous-carbonate de potasse pur, qu'il est assez difficile de préparer d'une manière toujours uniforme, le sous-carbonate de chaux, la craie; mais ce dernier ne se rencontrant jamais à l'état de pureté, on l'a remplacé par le sous-carbonate de soude cristallisé, connu dans le commerce sous le nom de *cristaux de soude*, qu'il est très-facile d'obtenir pur et dont la composition est toujours parfaitement identique.

C'est avec ces différentes modifications que je décrirai ce mode d'essai, susceptible d'une grande précision, et que les praticiens un peu exercés préféreront toujours à tout autre. Mais avant de commencer cette description, je dois entrer dans quelques développements du principe d'après lequel on établit la relation entre la richesse alcaline d'une substance, et les proportions d'acide employées à saturer l'alcali qu'elle contient.

On sait par expérience que 36 parties d'acide sulfurique, pris à son maximum de concentration, c'est-à-dire à 1,845 de pesanteur spécifique, ou 66° à l'aréomètre de Baumé, saturent exactement 100 parties de sous-carbonate de soude pur, cristallisé, sec et non effleuri. C'est cette quantité d'acide que l'on est convenu de prendre pour unité, et de diviser en centièmes, auxquels on a donné le nom de *degrés*. La richesse alcaline d'une substance quelconque est ensuite exprimée par le nombre de ces degrés que 100 parties de cette substance peuvent saturer : ainsi l'on dit qu'une potasse, ou une soude, est à 60°, 65°, 70°, suivant qu'elle neutralise $\frac{60}{100}$ $\frac{65}{100}$ $\frac{70}{100}$ de l'unité d'acide sulfurique prise pour type de tous les essais.

Comme il serait difficile de ne pas dépasser le point de saturation, si l'on faisait usage d'acide sulfurique aussi concentré que je l'ai dit, on a pensé pour la facilité de l'opération de l'étendre d'eau ; c'est ce mélange que l'on appelle communément la *liqueur d'épreuve*. Pour préparer cette liqueur d'épreuve, on prend 1 partie d'acide sulfurique concentré à 66°, que l'on étend de 9 par-

ties d'eau distillée, ou à son défaut d'eau de pluie; en sorte que le mélange contient $\frac{1}{10}$ en poids d'acide sulfurique concentré.

On remplit de liqueur d'épreuve un flacon pouvant contenir de 4 à 500 grammes; ainsi plein, on le pèse bien exactement, et on tient note de son poids; on a pris d'autre part 25 grammes de la substance que l'on veut essayer, on la fait dissoudre dans une quantité arbitraire d'eau; on facilite la dissolution par la chaleur, si toutefois la substance à essayer n'est pas de la soude brute. La dissolution étant complète, on la jette sur un filtre de papier sans colle qui retient les matières insolubles, et on la reçoit dans un bocal en verre à large goulot. Dans le même vase où l'on a opéré la dissolution, on fait chauffer un peu d'eau pour le laver; cette seconde eau est également versée sur le filtre, que l'on lave lui-même avec une troisième eau. Toutes ces eaux étant réunies dans le bocal, on y ajoute par très-petites parties, de la liqueur d'épreuve du flacon, en ayant soin d'agiter continuellement avec un tube de verre.

A mesure que l'on verse l'acide, il se produit un bouillonnement dû au dégagement du gaz acide carbonique qui abandonne l'alcali avec lequel il était combiné. Lorsque cette effervescence diminue, il faut ajouter l'acide avec encore plus de précaution, et s'assurer de temps en temps si l'on n'est pas arrivé au point de saturation : on reconnaît qu'on a atteint ce point, lorsqu'en prenant avec le tube une goutte de la dissolution, et la mêlant sur une assiette avec une autre goutte

d'infusion de tournesol, la couleur bleue de celle-ci devient pelure d'oignon ; si elle virait au rouge vif, on aurait dépassé le point de saturation.

Supposant qu'on soit arrivé à neutraliser parfaitement la dissolution alcaline, sans qu'il y ait excès d'acide, on pesera de nouveau le flacon contenant la liqueur d'épreuve; en retranchant ce dernier poids de celui qu'on avait auparavant, comme aussi celui de la quantité de liqueur d'épreuve qui serait nécessaire pour donner à une masse d'eau pure, égale à celle dans laquelle on a fait la dissolution, la propriété acide, la différence donnera la quantité de liqueur d'épreuve employée à la saturation des 25 grammes essayés.

Après avoir multiplié cette quantité de liqueur d'épreuve par 4 pour la ramener à l'unité 100, puisqu'on n'a opéré que sur 25 de matière, on retranchera la dernière figure à droite, ce qui réduira la somme au 10° et donnera par conséquent le poids de l'acide réel qui n'entrait que pour $\frac{1}{10}$ dans la liqueur d'épreuve.

Ainsi, si le flacon rempli d'eau d'épreuve pèse avant la saturation	616 gramm.
Qu'après la saturation, déduction faite de la quantité d'acide qu'exigerait une masse d'eau égale à celle de la dissolution pour acquérir la propriété acide, il ne pèse plus que................	449
On aura employé...........	167

167 × 4 = 668. Séparant par une virgule le

dernier chiffre à droite, l'on aura 66°, 8 pour expression du titre de la substance soumise à l'essai.

Cette opération, assez simple du reste, exige cependant quelques précautions particulières que je crois devoir indiquer, et qu'un peu d'habitude rendra très-faciles.

Ainsi, les pesées doivent être faites avec d'autant plus d'exactitude, que l'on opère sur des quantités plus petites; aussi est-il indispensable d'avoir des balances très-sensibles.

La liqueur d'épreuve doit être préparée dans des proportions bien précises d'acide et d'eau; une partie en poids du premier, et neuf parties également en poids de la dernière.

La quantité d'eau dans laquelle on fait dissoudre les 25 grammes de matière, doit-être suffisante pour que cette dissolution ait lieu en une seule fois : lorsqu'on remet de l'eau dans le vase où l'on a fait cette dissolution, pour le laver, il faut avoir soin de détacher avec un pinceau l'alcali qui aurait pu se déposer sur les parois; on verse cette eau sur le filtre avec précaution, de façon à n'en pas perdre une seule goutte; il en est de même de la troisième qui sert à laver le filtre; ces deux dernières eaux ne doivent être jetées sur le filtre que lorsque la précédente a entièrement passé.

Il ne faut verser la liqueur d'épreuve que par petites portions, parce que l'effervescence qui se produit pourrait faire jaillir hors du bocal une assez grande quantité du liquide, pour qu'on n'obtînt qu'un résultat erronné; on ne doit ajouter

de nouveau de la liqueur d'épreuve que lorsqu'après avoir agité avec le tube, il ne se manifeste plus d'effervescence. Aux approches du point de saturation, on doit essayer la dissolution à chaque fois avant d'y verser de l'acide. Il faut autant que possible que les deux gouttes, de dissolution alcaline et d'infusion de tournesol, soient de pareille grosseur.

On se sert aussi quelquefois, pour reconnaître le point de saturation dans cet essai, du sirop de violette; je dois prévenir cependant que ce réactif est peu sensible, et qu'il ne vire guère au rouge que lorsque le point de saturation a déja été dépassé de 3 ou 4 degrés.

Lorsqu'on verse dans la dissolution alcaline les premières portions d'acide, la liqueur qui était limpide, se trouble et il se forme un léger dépôt, dû à de la silice qui s'était combinée avec l'alcali lors de la calcination de celui-ci, et qui était tenue en dissolution. L'acide en s'emparant de l'alcali met la silice en liberté, et celle-ci se précipite.

On peut faire l'essai de toutes les espèces de potasses et de sels de soude comme je viens de le dire; mais lorsqu'on veut reconnaître la richesse d'une soude brute, il faut apporter quelques changements à cette opération; car la manière dont on fait la dissolution, à chaud, à froid, avec plus ou moins de temps, a une grande influence sur leur titre.

La soude brute est, ainsi que je l'ai dit, un mélange de différentes substances, parmi lesquelles

se trouve du sulfure de chaux très-peu soluble à froid, et du carbonate de soude. Si on fait la dissolution à froid, il ne se dissout qu'une très-petite quantité de sulfure de chaux ; il s'en dissout davantage à chaud, et les principes constituants de ce sulfure réagissant sur ceux du carbonate, décomposent celui-ci, et reproduisent ainsi du sulfure de soude et du carbonate de chaux. Il est donc nécessaire d'opérer cette dissolution à froid et le plus promptement possible. Lorsqu'on veut déterminer le titre des soudes brutes, cet essai se fait ordinairement sur 50 grammes, au lieu de 25, parce que ces substances sont peu riches en alcali ; il n'est pas nécessaire je crois de faire observer qu'alors on ne doit pas multiplier par 4 la quantité de liqueur d'épreuve employée à la saturation, mais seulement par 2. Il faut laver au moins quatre fois le résidu insoluble que laissent les soudes brutes, quand on en fait l'essai, pour être bien certain d'avoir dissous toutes les parties alcalines ; on procède du reste à la saturation comme ci-dessus après avoir réuni toutes ces eaux.

Lorsque dans l'essai précédent il arrive qu'on a outre-passé le point de saturation, on peut au lieu de recommencer, ajouter une quantité de potasse ou de soude égale à celle sur laquelle on opérait d'abord, c'est-à-dire 25 grammes ; dans ce cas la multiplication du poids de la liqueur d'épreuve devra encore ne se faire que par 2. Ordinairement pour réparer cette erreur, on ajoute à la dissolution alcaline trois grammes de cristaux de soude, sous-carbonate de soude cristallisé, et

l'on retranche ensuite 10 du poids de la liqueur d'épreuve employée à la saturation. Ainsi, supposant qu'on ait pris :

Liqueur d'épreuve...........	449 gramm.
Idem après la saturation.....	247
La saturation en a donc exigé.	202
Mais le point de saturation ayant été dépassé, on a ajouté 3 grammes de cristaux de soude pour lesquels on déduira..................	10
Reste donc réellement....	192

192 × 4 = 768. titre de l'alcali = 76° 8.

Pour rendre cet essai des alcalis du commerce encore plus facile, et le mettre à l'abri des causes d'erreurs que peuvent apporter des pesées peu exactes et le défaut de pratique, M. Descroizilles a imaginé un instrument auquel il a donné le nom d'*Alcalimètre.*

C'est une petite cloche de verre à pied de huit à neuf pouces de hauteur, et de sept à huit lignes de diamètre, dont la partie supérieure est légèrement étranglée pour lui donner la forme d'un bec, afin de pouvoir verser le liquide en un très-petit filet.

Sur la longueur de cette cloche est gravée une échelle divisée en 100 parties ou degrés, chacun desquels offre une capacité exactement égale au volume d'un demi gramme d'eau, ou à un demi millième de litre. Cet instrument étant rempli avec un mélange d'eau et d'acide sulfurique, fait dans des proportions parfaitement connues, le

nombre des divisions de l'échelle qu'un poids donné d'une substance alcaline aura exigé d'eau acidulée pour sa saturation, indiquera immédiatement la quantité d'acide employée, et par suite celle de l'alcali qui l'a saturé.

La liqueur d'épreuve dont se sert M. Descroizilles n'est pas faite dans les mêmes proportions que celles que j'ai indiquées pour l'essai précédent : voici comment il recommande de la préparer :

Dans une bouteille ordinaire, mais bien propre, on pèse 800 grammes d'eau de pluie ou de rivière limpide, et avec une lime on marque d'un trait le niveau de l'eau; on vide ensuite la bouteille, et quand elle est parfaitement sèche, on y pèse bien exactement 80 grammes d'acide sulfurique à 66°; on y ajoute alors de l'eau pure en quantité suffisante pour que le mélange étant bien fait, ce qu'on facilite en agitant la bouteille, et après complet refroidissement, le liquide soit au niveau de la ligne tracée sur la bouteille. On voit par là que l'acide sulfurique n'est pas tout-à-fait dans le mélange dans la proportion de $\frac{1}{10}$; les 80 grammes d'acide, d'après la pesanteur spécifique de celui-ci, n'occupant pas une capacité égale au volume de 80 grammes d'eau. Voici actuellement comment se fait cet essai.

Après avoir pesé bien exactement 10 grammes de la substance à essayer, on la broie dans un mortier de fer ou de cuivre, si c'est une matière très-dure comme les cassoudes, ou dans un mortier de verre, si c'est de la potasse ou de la soude;

on y ajoute une quantité d'eau suffisante pour que le tout remplisse une petite mesure d'un demi-décilitre, et on verse cette dissolution mesurée exactement dans un verre; on rince avec de l'eau le mortier et le pilon, on réunit cette seconde eau dans la petite mesure que l'on achève de remplir si elle n'est pas parfaitement pleine, et on verse le tout dans le même verre où l'on a mis la première mesure. On agite avec une baguette de verre, à quatre ou cinq reprises différentes, afin que le mélange soit bien homogène; on laisse reposer pour que les matières insolubles se précipitent, et lorsque la liqueur surnageante est devenue bien limpide, on en remplit la même petite mesure d'un demi-décilitre, qu e l'on verse dans un autre verre. On a eu pour objet, par ces différentes manipulations, d'obtenir dans la dissolution sur laquelle on doit opérer, toute la matière alcaline soluble contenue dans 5 grammes de la substance que l'on veut essayer, ce qui doit être en effet, en ne prenant que la moitié d'une dissolution faite avec 10 grammes.

Le tube alcalimétrique étant rempli avec de la liqueur d'épreuve, jusqu'à ce que son niveau ait atteint le zéro de l'échelle, on verse l'acide dans la dissolution très-lentement, et avec les mêmes précautions que j'ai recommandées pour l'essai précédent.

Les mêmes phénomènes que j'ai déja signalés se reproduisent dans cet essai : le gaz acide carbonique se dégage, la liqueur se trouble par la silice qui est mise en liberté et se dépose.

C'est également avec la couleur du tournesol qu'on reconnaît le point de saturation; lorsqu'on l'a atteint, on examine à quelle division de l'instrument correspond le niveau de la liqueur d'épreuve, et retranchant une moitié du nombre marqué pour la quantité d'acide qui serait nécessaire pour donner à un demi-décilitre d'eau pure la même acidité, le reste exprime le pouvoir saturant de la substance alcaline que l'on a soumise à l'essai.

Il m'est arrivé souvent de faire l'essai de potasses, ou de soudes avec l'alcalimètre, d'une manière moins compliquée : pour cela, après avoir fait dissoudre seulement 5 grammes de la substance dans une quantité arbitraire d'eau, et jeté la dissolution sur un filtre que je lavais, je saturais avec l'alcalimètre comme ci-dessus, ayant soin de retrancher ensuite autant d'unités que la dissolution contenait de demi-décilitres d'eau. J'ai toujours trouvé que le résultat était le même dans les deux manières d'opérer.

Il y a encore un moyen de reconnaître la richesse alcaline d'une substance, plus prompt et et peut-être plus exact que ceux que je viens de décrire, mais qui serait moins commode pour la plupart des blanchisseurs, parce qu'il exige une petite cuve à mercure; je crois cependant utile d'en parler pour ceux qui seraient pourvus de cet appareil.

On doit avoir pour cet essai un tube en verre d'une capacité de 35 à 40 centimètres cubes, fermé par un bout et ouvert par l'autre, de ma-

nière à ce qu'étant plein de mercure il puisse se tenir debout sur la tablette de la cuve; ce tube est gradué sur sa longueur en centimètres et millimètres cubes. Après avoir rempli ce tube de mercure et l'avoir renversé sur la cuve, on y fait passer 1 gramme de l'alcali qu'on veut essayer. Celui-ci, en vertu de sa pesanteur spécifique moindre, comparée à celle du mercure, s'élevera dans l'intérieur du tube à sa partie supérieure. On introduira alors dans celui-ci 3 grammes environ d'acide sulfurique.

Aussitôt que l'acide et l'alcali se trouveront en contact, il se produira une effervescence due au gaz acide carbonique que l'acide sulfurique mettra en liberté; on agitera doucement le tube, sans cependant le sortir de la cuve, de manière à ce qu'aucune partie de la substance alcaline n'échappe à l'action de l'acide. Lorsqu'on jugera que l'action est complète, après avoir enfoncé le tube dans la cuve de manière à ce que la surface du mercure qui y est renfermé soit de niveau avec celle du mercure de la cuve, on lira sur le tube le nombre de divisions qu'occupe le gaz qui s'est dégagé. Multipliant alors ce volume du gaz acide carbonique par le nombre 0,0019741, le produit donnera le poids en grammes du gaz contenu dans le tube; en multipliant de nouveau ce poids par 2. 18 le produit exprimera le poids en grammes de l'alcali réel qui se trouve dans 1 gramme de la substance essayée.

Ce mode d'essai est fondé sur quelques principes de chimie que je dois faire connaître. Le

carbonate de potasse, tel qu'il existe dans les potasses de Russie, etc., c'est-à-dire à l'état de sous-carbonate, est uni à l'acide carbonique en proportions telles, que 1 atôme d'acide est combiné avec un atôme d'alcali. Le poids de l'atôme d'acide carbonique est représenté par 2,750, et celui de l'atôme de potasse par 6. Un centimètre cube de gaz acide carbonique pesant 0,0019741, le produit du volume en centimètres et millimètres cubes du gaz acide carbonique par le nombre 0,0019741, donnera son poids en grammes. Les nombre 2,750 et 6 sont à très-peu de chose près dans le rapport de 1 à 2,18; ainsi en multipliant le poids du gaz acide carbonique par 2,18, on aura celui de la potasse avec laquelle il était combiné.

Il est à remarquer que dans cet essai le titre que l'on trouve à la potasse est toujours un peu au-dessous de son titre réel; cela vient de ce qu'un peu d'acide carbonique reste en dissolution dans l'acide sulfurique. Il est donc nécessaire, pour plus grande exactitude, d'ajouter le volume du liquide à celui du gaz et de considérer le tout comme de l'acide carbonique.

Parmi ces nombres, on conçoit que ceux qui servent à exprimer le poids de l'acide carbonique restent constants, mais que les autres doivent varier avec l'alcali, le poids des atômes n'étant pas le même pour tous. Ainsi le poids de l'atôme de soude est représenté par 4, et ce nombre étant à 2,750 poids de l'atôme d'acide carbonique à peu près comme 1,41 est à 1, il faudra multiplier le poids

total du gaz acide non plus par 2,18, comme lorsqu'il s'agissait de la potasse, mais bien par 1,41.

Cette dernière méthode ne peut pas servir à l'essai des soudes naturelles, non plus qu'à celui des soudes factices qui, à l'état brut contenant d'autres carbonates, fourniraient un volume de gaz acide carbonique représentant une quantité d'alcali plus grande que celle qui existerait réellement.

J'ai dit que les sulfures et les sulfites contenus dans les soudes du commerce, en absorbant une quantité d'acide sulfurique pour leur saturation, peuvent rendre ces essais incertains. En effet, d'après MM. Welter et Gay-Lussac (*Annales de Chimie et de Physique*, tom. XIII, pag. 212 et suiv.), le sulfite de soude rétablit le tournesol et le sirop de violettes qu'on a rougis au moyen d'un acide, et ce n'est que lorsqu'il existe dans la dissolution plus d'acide sulfurique qu'il n'en faut pour former un bisulfite contenant, pour la même quantité de base, deux fois autant d'acide que le sulfite neutre, que le changement de couleur a lieu. Les sulfures agissent de la même manière puisqu'ils se changent d'abord en sulfites simples, et finalement en sulfates (1).

(1) Cette transformation des sulfures d'abord en sulfites simples, et ensuite en sulfates, n'a lieu qu'autant que leur base est en grand excès relativement au sulfure, car différemment les sulfures se changent ordinairement en hyposulfites par leur exposition à l'air. Voyez le mémoire cité, *Annales de chimie et de physique*, t. 13, pag. 212 et suiv.

Il est donc nécessaire, avant de soumettre à l'essai une substance alcaline, de faire passer les sulfites et les sulfures à l'état de sulfates, parce qu'alors ces matières sont inertes et n'apportent aucun obstacle dans la détermination du titre de la substance alcaline.

Or les sulfites mis en contact avec l'air, passent peu à peu à l'état de sulfates ; le sulfure de soude placé dans les mêmes circonstances, décompose la vapeur aqueuse qui existe dans l'air, se transforme d'abord en hydro-sulfure, et absorbant alors l'oxygène, donne lieu à un sulfite et successivement à un sulfate. Il suffit donc d'exposer pendant un temps plus ou moins long la matière alcaline à l'air, surtout dans un lieu humide, à la cave, et de l'essayer après.

MM. Welter et Gay-Lussac ont proposé, dans le mémoire déja cité, un moyen propre à transformer instantanément les sulfures et les sulfites en sulfates. Pour cela ils conseillent de mêler 10 grammes du sel de soude à essayer, avec un peu de chlorate de potasse, et de chauffer le mélange dans une capsule de platine, jusqu'au rouge obscur. Par là les sulfites et les sulfures seront changés en sulfates neutres au moyen de l'oxygène que leur cédera le chlorate de potasse, et ce dernier sera ramené à l'état de chlorure également neutre, substances inertes qui n'apporteront aucun obstacle dans la détermination du titre des soudes.

La présence des sulfures et des sulfites dans les soudes brutes et les sels de soude, est indiquée par le dégagement de l'hydrogène sulfuré, qui a

l'odeur des œufs pourris, et du gaz sulfureux que l'acide sulfurique met en liberté, lorsqu'on verse cet acide dans une dissolution alcaline qui contient ces substances.

J'emprunte à M. Descroizilles un tableau des résultats alcalimétriques qu'il a obtenus dans les essais qu'il a faits de différentes espèces de potasses et de soudes.

Perlasse d'Amérique, 1re sorte.	60 à 63 cème.
Potasse caustique d'Amérique en masses rougeâtres, 1re sorte..	60 à 63
Perlasse d'Amérique, 2e sorte.	50 à 55
Potasse caustique d'Amérique en masses grisâtres, 2e sorte....	50 à 55
Potasse blanche de Russie....	52 à 58
Potasse blanche de Dantzick..	45 à 52
Potasse bleue de Dantzick....	45 à 52
Soude d'Alicante...........	20 à 33
Natron....................	20 à 33
Soude et Natron, qualité inférieure.....................	10 à 15
Sel de soude cristallisé et bien égoutté.....................	36

M. Darcet donne les résultats alcalimétriques suivants des cendres de bois brûlées dans les cheminées.

Cendres de bois neuf...........	8 1/5
Cendres de bois flotté..........	4 1/5

A ces résultats je joindrai ceux que j'ai obtenus des casottes ou cassoudes.... 18 à 22

MOYEN DE RECONNAITRE LE DEGRÉ DE CONCENTRATION D'UN ACIDE.

L'aréomètre plongé dans différents liquides apprend bien, par la hauteur à laquelle il se soutient dans chacun d'eux, que la densité de l'un est inférieure, ou plus grande que celle de l'autre, mais sans pouvoir indiquer la nature des corps qui produisent cette différence. Or, cette augmentation de densité pouvant être due, non-seulement à de l'acide combiné avec ce liquide, mais aussi à d'autres substances tenues en dissolution, tels que des sels, ainsi que cela arrive fréquemment pour l'acide hydro-chlorique du commerce, ou encore du goudron, comme cela a lieu avec l'acide acétique, on conçoit que, dans des cas pareils, les indications de l'aréomètre, loin d'apprendre quelque chose de précis, ne peuvent qu'induire dans de graves erreurs. Il faut donc avoir recours à un autre moyen de s'assurer de l'état de concentration d'un acide. Celui qui se présente naturellement, et qui est en même temps simple et exact, consiste à mesurer la quantité d'acide réel contenu dans un liquide, par la capacité de saturation de ce liquide pour un alcali.

C'est du carbonate de soude pur, cristallisé, et non effleuri, que l'on fait usage pour cet essai, en prenant pour type de comparaison la quan-

tité d'acide sulfurique nécessaire pour saturer 100 d'un semblable carbonate.

Au chapitre des *Essais alcalimétriques* on a déja vu, que 36 d'acide sulfurique le plus concentré, à 1,845 de pesanteur spécifique, ou 66° de l'aréomètre, saturent exactement 100 de carbonate de soude, ou pour opérer sur des quantités moindres que 9 du premier, neutralisent 25 du second.

Prenant donc d'une part 25 grammes de carbonate de soude qu'on fera dissoudre dans un peu d'eau chaude, et de l'autre une quantité de l'acide à essayer, plus considérable que celle qui est présumée nécessaire, la différence du poids de cet acide avant et après la saturation donnera le moyen d'établir la relation cherchée. Il suffira pour cela de se rappeler que les degrés des deux acides sont en raison inverse des quantités employées pour saturer un même poids de carbonate de soude.

Ainsi, en supposant que les 25 grammes de carbonate de soude qui seraient neutralisés par 9 d'acide sulfurique, aient exigé 34 grammes du liquide acide pour leur saturation, si on se rappelle que le pouvoir de saturation de l'acide sulfurique est représenté par le nombre de convention 100, on aura la proportion suivante :

$$34 : 9 :: 100 : \frac{9 \times 100}{34} = 26,\ 47.$$

d'où l'on voit que la capacité de saturation de cet acide est à celle de l'acide sulfurique dans le

rapport de 26, 47 à 100; c'est-à-dire un peu plus d'un quart; on dit donc qu'il a 26° 47.

Les pesées, tant du carbonate que de l'acide, avant et après la saturation, doivent être faites avec des balances très-sensibles. En versant l'acide dans la dissolution de carbonate de soude, il faut aller très-lentement, avoir la précaution d'agiter continuellement, et s'assurer de temps en temps si l'on approche du point de saturation; ce qu'on reconnaîtra lorsque la couleur du papier bleu commencera à virer au rouge.

Comme il serait facile de dépasser le point de saturation, si l'acide à essayer était déja concentré, ce qui exigerait de recommencer l'essai, je conseillerais de l'étendre préalablement d'une quantité connue d'eau, ainsi que cela se pratique pour l'acide sulfurique qui sert de liqueur d'épreuve dans l'essai des alcalis; on déduirait ensuite cette eau du poids de l'acide employé.

Ce mode d'essai de la quantité d'acide réel que contient un liquide ressemble beaucoup, ainsi qu'on a pu s'en apercevoir, à celui ci-devant décrit pour reconnaître le degré alcalimétrique d'une substance alcaline. La manutention est absolument la même, et les appareils nécessaires sont aussi simples: ils se composent uniquement d'une balance sensible, d'un flacon contenant 4 à 500 grammes, dans lequel on met l'acide, et d'un vase pour contenir la dissolution, et dans lequel on procède à la saturation.

DE L'ACTION RÉCIPROQUE DES ACIDES ET DES ALCALIS EMPLOYÉS EN BLANCHIMENT, ET DE CELLE DES CORPS QUI EN RÉSULTENT.

Puisque j'ai dit que les acides et les alcalis par leur action réciproque donnent lieu à des composés doués de propriétés tout-à-fait différentes de celles des substances qui ont concouru à leur formation, il est nécessaire de rechercher quelles sont les propriétés de ceux de ces composés qui résultent de la combinaison des acides et des alcalis, dont on fait usage dans les opérations du blanchiment, afin de savoir quelle pourra être leur influence sur ces mêmes opérations.

ACIDES.	ALCALIS.
Acide acétique.	Chaux.
— Sulfurique.	Potasse.
— Hydro-chlorique.	Soude.

Les sels provenant de l'union de l'acide acétique avec ces alcalis, connus sous les noms d'acétates de chaux, de potasse, de soude, sont tous très-solubles dans l'eau ; les acides sulfurique, hydro-chlorique, les décomposent en s'emparant de l'alcali avec lequel ils se combinent.

La potasse et la soude à l'état de carbonates, peuvent décomposer l'acétate de chaux ; mais cet

effet n'aurait plus lieu si ces alcalis étaient à l'état caustique, car la chaux a plus d'affinité que la potasse et la soude pour l'acide acétique. La décomposition ne s'effectue avec les carbonates que parce qu'il peut résulter de la réaction des principes constituants des deux sels un composé insoluble, du carbonate de chaux. On voit par ce qui précède que la chaux à l'état caustique enleverait leur acide aux acétates de potasse et de soude.

L'acide sulfurique par sa combiuaison avec la potasse et la soude donne lieu à des sels solubles; le premier, dans dix fois environ son poids d'eau à la température ordinaire; le second, dans deux fois son poids d'eau à + 33°. Le sulfate de chaux est beaucoup moins soluble que les deux autres, il exige au moins 300 fois son poids d'eau pour se dissoudre.

Les acides acétique et hydro-chlorique sont sans action sur les sulfates de chaux, de potasse et de soude.

La potasse et la soude, tant à l'état caustique qu'à celui de carbonates, décomposent le sulfate de chaux, en s'appropriant l'acide sulfurique qui entre dans sa composition; si ces alcalis sont combinés avec l'acide carbonique, il y a double décomposition et formation d'un sulfate de potasse ou de soude soluble, et d'un carbonate de chaux insoluble.

Les hydro-chlorates de chaux, de potasse, de soude, sont, le premier surtout, extrêmement solubles.

L'acide acétique est sans action sur les hydro-chlorates; ces sels sont au contraire décomposés par l'acide sulfurique qui s'unit à la base, et met l'acide hydro-chlorique en liberté.

L'hydro-chlorate de chaux sera décomposé par les acétates de potasse et de soude, d'où résultera par une double décomposition, de l'hydro-chlorate de potasse ou de soude, et de l'acétate de chaux. Mais ces sels étant tous solubles, il ne se formera point de précipité.

Puisque deux sels se décomposent toujours lorsque par suite de l'action réciproque de leurs principes, il peut se former un sel insoluble, on voit que cet effet se produira en mettant en contact du sulfate de potasse ou de soude, avec de l'hydro-chlorate de chaux, l'un et l'autre en dissolution. Il y aura en effet échange de bases et d'acides, et formation d'un hydro-chlorate de potasse ou de soude soluble, et de sulfate de chaux qui étânt peu soluble, se précipitera. Une action semblable aura lieu avec la potasse ou la soude à l'état de carbonates : elles céderont leur acide carbonique à la chaux, qui sera encore transformée en carbonate de chaux insoluble. La potasse ou la soude caustique décomposent également l'hydro-chlorate de chaux; mais dans ce cas la chaux précipitée n'est point en combinaison, les autres corps étant très-solubles resteront en dissolution.

DU CHLORE ET DES CHLORURES.

DU CHLORE.

Dans un grand travail qu'il avait entrepris pour reconnaître la nature du manganèse, Scheele, célèbre chimiste suédois, fut conduit à traiter le peroxide de ce métal par l'acide désigné aujourd'hui sous le nom d'*acide hydro-chlorique*, que l'on appelait alors *acide marin*, parce qu'il entre en effet dans la composition du sel marin. Par la réaction de ces deux substances, il obtint un fluide élastique ou gaz doué de propriétés particulières. Pensant que ce corps nouveau n'était que de l'acide marin dépouillé d'un de ses principes, il lui donna le nom d'*acide marin déphlogistiqué*. Cette découverte de Scheele remonte à l'année 1774.

Lors du renversement de la théorie fondée sur l'existence hypothétique du phlogistique, et de la réformation du langage chimique, au nom donné par Scheele on substitua celui d'*acide muriatique oxygéné*, employé encore aujourd'hui par plusieurs personnes, d'après la supposition généralement admise à cette époque, que ce gaz résultait de la combinaison de l'acide muriatique avec l'oxygène.

Des expériences plus récentes ayant démontré que le gaz acide muriatique oxygéné devait être

considéré comme un corps simple, on lui a appliqué, en raison de sa couleur jaune, la dénomination de *chlore*, proposée par M. Ampère.

Cette hypothèse sur la nature du chlore, dans laquelle on le regarde comme étant un corps simple, est plus conforme qu'il ne le semble au premier coup-d'œil, à l'opinion émise par Scheele, qui, par *phlogistique*, paraît avoir désigné l'hydrogène. Ainsi, quoique MM. Gay-Lussac et Thénard (1) puissent revendiquer avec juste raison le mérite, d'avoir prouvé que tous les phénomènes que présentait le chlore, s'expliquaient très-bien dans cette hypothèse, et M. H. Davy celui de l'avoir étayée par de nombreuses expériences (2), Scheele n'en a pas moins la gloire d'avoir, au moment même de sa découverte, reconnu la véritable nature de ce corps.

On ne s'attend sûrement pas à trouver ici l'étude complète des propriétés chimiques du chlore: je dois me borner à constater celles qui ont reçu des applications plus ou moins directes au blanchiment des toiles.

Le chlore, à la température ordinaire, est une substance aériforme, d'un jaune verdâtre, d'une odeur vive et suffocante, provoquant lorsqu'on le respire, même en petite quantité, une toux violente accompagnée d'un sentiment douloureux de strangulation.

---

(1) *Recherches physico-chimiques*, tom. 2.

(2) *Philosophical Transactions*, 1811.

Sa pesanteur spécifique, celle de l'air étant représentée par l'unité, est, suivant MM. Gay-Lussac et Thénard, à la température de 0° et à 0m 76 de pression, 2,4216. Dans les mêmes circonstances, un litre de ce gaz pèse, toujours d'après les mêmes chimistes, 3 grammes 2088 (1).

Lorsqu'on fait passer du chlore bulle à bulle à travers de l'eau, celle-ci en dissout, à la température et à la pression ordinaires, un peu moins de deux fois son volume, et un peu plus, si la température n'excède pas 2 ou 3° au-dessus de 0°. Dans cet état de dissolution, le chlore communique à l'eau, ou plutôt conserve sa couleur, son odeur, et toutes ses autres propriétés.

Une solution saturée de chlore, soumise à une température de 0°, et même à 2 ou 3° au-dessus, laisse déposer des cristaux lamelleux d'un jaune foncé, contenant beaucoup plus de chlore que la solution même. Ces cristaux paraissent provenir d'une combinaison à proportions fixes d'eau et de chlore, dans le rapport de 72,3 de la première, et de 27,7 du second.

Une température un peu élevée, mais qui n'a pas cependant besoin d'aller jusqu'au point d'ébullition de l'eau, suffit pour dégager tout le chlore de sa dissolution dans l'eau.

L'action du chlore gazeux, ou en dissolution, sur la couleur bleue du tournesol, ne ressemble en rien à celle qu'exercent les acides sur cette

(1) Thénard, *Traité de chimie*, tom. 1, pag. 233 et 265, 4e édit.

même couleur, que ces derniers font virer au rouge, mais qui peut être rétablie en saturant l'acide avec un alcali.

En traitant cette couleur par le chlore, elle est immédiatement détruite, remplacée par une nuance jaune, et il n'est plus possible de faire reparaître la teinte primitive. Le chlore agit de la même manière sur toutes les couleurs végétales ou animales; et c'est sur cette propriété caractéristique qu'est fondée l'application qu'on en a faite aux opérations du blanchiment.

On explique cette action du chlore sur les matières colorantes, animales ou végétales, par sa grande affinité pour l'hydrogène qui se trouve constamment au nombre de leurs principes constituants, et avec lequel il se combine en donnant lieu à un composé acide, le gaz acide hydrochlorique. Cette affinité du chlore pour l'hydrogène est telle que, dissous dans l'eau, il finit par opérer la décomposition de celle-ci; d'où résulte un dégagement d'oxygène et la production, comme dans le cas précédent, d'acide hydrochlorique. On favorise singulièrement cette action en exposant la dissolution aux rayons solaires : elle ne laisse pas d'avoir lieu, mais plus lentement, à la lumière diffuse; de là vient la nécessité de tenir la solution de chlore à l'obscurité, ou dans des vases non perméables à la lumière.

Comme corps simple, le chlore jouit de la propriété de se combiner directement avec la plupart des métaux. Ces composés, connus sous le nom de *chlorures*, n'ont de stabilité qu'autant qu'ils

sont parfaitement secs. Mis en contact avec l'eau, il paraît qu'ils la décomposent, que l'hydrogène s'unit avec le chlore pour former de l'acide hydrochlorique, tandis que l'oxygène, en se portant sur le métal, le fait passer à l'état d'oxide. L'action subséquente de ces deux corps l'un sur l'autre, donne lieu à un composé nouveau qui, en raison de ses principes constituants, est désigné par le nom d'*hydro-chlorate* (1).

Outre les combinaisons que le chlore est susceptible de contracter avec les métaux, il peut encore s'unir avec quelques oxides très-peu réductibles; tels sont ceux de potassium, de sodium, de calcium, de magnésium, etc. : ce sont de véritables *chlorures d'oxides*.

Dans ces sortes de composés, le chlore conserve ses principales propriétés, celle surtout de détruire les matières colorantes, ce qui n'a pas lieu dans les chlorures métalliques; aussi est-ce là un des caractères qui servent à distinguer ces deux espèces de composés. Par sa combinaison avec les oxides, le chlore acquiert une plus grande fixité, en sorte qu'il se conserve plus facilement; il n'est presque plus odorant, ce qui en rend l'emploi moins dangereux : l'eau peut en dissoudre des quantités beaucoup plus considérables.

Scheele avait bien reconnu la propriété dont jouit le chlore, d'attaquer et de détruire les couleurs végétales, et de se transformer, par suite de

(1) Thénard, *Traité de chimie*, t. 1, pag. 535 et suiv., 4[e] édit.

cette action, en acide hydro-chlorique; mais les recherches de ce savant chimiste se bornèrent à constater ces faits : ce fut le célèbre Berthollet qui le premier conçut l'idée de tirer parti de cette propriété, en en faisant l'application aux opérations du blanchiment des toiles(1).

Entre les mains d'un homme aussi éminemment habile, cette application fut féconde en heureux résultats, et un art nouveau fut créé tout entier. Aujourd'hui, malgré tous les obstacles apportés par la routine, l'ignorance et, il faut le dire, la mauvaise foi, le chlore est un des agents employé en quantités plus grandes, et avec le plus d'avantages dans les blanchisseries; et on éprouverait peut-être autant de peine pour faire renoncer les blanchisseurs à s'en servir, qu'on en a eue pour le leur faire adopter.

On doit convenir aussi, qu'à l'époque des premières applications du chlore au blanchiment, son emploi était accompagné d'inconvénients assez graves pour inspirer dans les ateliers une grande répugnance à s'en servir : ces inconvénients réels étaient son odeur désagréable, mais surtout son action énergique sur l'économie animale, qui fatiguait cruellement les ouvriers exposés à le respirer dans le cours des opérations. Des appareils mieux combinés, l'habitude des manipulations qui a appris à se garantir des effets du chlore, et surtout son emploi à l'état de combinaison avec un oxide, le plus souvent la chaux, ont

(1) *Journal de Physique* de juin 1785 et d'août 1786.

fait disparaître son odeur et les antres inconvénients qui en étaient la suite.

Une prévention qu'il a été bien difficile de vaincre, parce qu'elle existait hors des ateliers, où il eût été facile d'en reconnaître la fausseté, était celle qui attribuait au chlore une action corrosive sur les tissus. Pour peu que l'on réfléchisse à l'influence que devait avoir sur la solidité des fils et des toiles le grand nombre d'opérations auxquelles on les soumettait dans l'ancien procédé; l'action tant de fois renouvelée des alcalis, celle de l'air et de l'humidité dans leur exposition prolongée sur le pré, on sera amené à conclure que l'emploi d'un agent qui a permis de supprimer une grande partie de ces opérations, et d'abréger celles que l'on continue d'exécuter, a dû nécessairement avoir pour résultat une amélioration marquée dans la force des tissus. Un fait bien connu dans les ateliers, et de l'exactitude duquel on peut facilement se convaincre, c'est que les toiles de fil ou de lin blanchies par l'ancien procédé éprouvent toujours une perte de 33 à 35 pour 100 de leur poids, tandis que cette perte n'excède pas 26 à 27 pour 100 dans le blanchiment par le chlore. C'est qu'en effet les longues expositions sur le pré, et l'action plus souvent répétée des alcalis, devaient nécessairement altérer la fibre, et affaiblir conséquemment le tissu.

On a cru également que les blanchisseurs n'accordaient la préférence au nouveau mode de blanchiment que parce qu'ils avaient reconnu que, par l'emploi du chlore, l'ensemble de leurs opé-

rations était moins coûteux. En admettant même cette assertion comme un fait réel, il me semble qu'elle suffirait déja à justifier cette préférence, et que ce ne serait pas au consommateur à se plaindre de l'emploi d'un procédé qui donnerait le moyen de livrer les produits à un prix plus bas; mais cette assertion même n'est vraie que dans certaines limites. Ainsi, lorsqu'on fait entrer en ligne de compte la célérité avec laquelle s'exécutent les opérations, qui permet par conséquent d'en répéter un plus grand nombre dans un temps donné, d'où résulte une économie dans le temps et les intérêts des capitaux employés, on a raison de dire que le blanchiment au chlore est à meilleur marché que celui par l'ancien procédé, dans lequel les toiles étaient soumises à un traitement de plusieurs mois.

Mais si, faisant abstraction de ces causes d'économie, qui, bien qu'accessoires, sont tellement importantes qu'elles changent totalement le résultat, l'on ne considère que les dépenses effectives en matières et en main-d'œuvre, occasionnées par chacun des deux procédés, peut-être trouvera-t-on que le blanchiment au chlore est le plus dispendieux. C'était du moins l'avis de Berthollet, qui faisait en même temps remarquer, avec sa sagacité ordinaire, que « ce n'est pas cependant par les frais du nouveau procédé, comparés rigoureusement avec ceux du blanchiment « ordinaire, qu'il faut juger de ses avantages; il

« en présente de particuliers qui seraient propres « à compenser un prix supérieur (1). »

Ces avantages particuliers sont : la possibilité de blanchir un bien plus grand nombre de pièces de toiles dans un espace de temps limité; celle de blanchir en toute saison, qui dispense le commerçant d'entasser en magasin des marchandises pendant une partie de l'année; l'inutilité, en partie du moins, de l'exposition sur le pré, qui, alors qu'elle est nécessaire, se borne à quelques jours, ce qui a permis de rendre à l'agriculture, ainsi que le prévoyait Berthollet, une partie des vastes prairies employées autrefois à cette exposition.

Avant de passer à la description des procédés d'extraction aujourd'hui en usage pour se procurer le chlore, à celle des modifications apportées à la manière de le faire agir, et qui ont eu pour but de régulariser son action, il est utile de retracer l'historique qu'a donné Berthollet lui-même des essais par lesquels il a commencé son application. Les blanchisseurs y trouveront un excellent modèle à suivre, lorsqu'ils voudront tenter des essais; ils apprendront quelle attention scrupuleuse il faut apporter à toutes les circonstances qui accompagnent une action chimique; ils verront avec quel soin Berthollet étudiait même celles qui semblaient s'éloigner le plus du but de ses recherches, et comment, de l'ensemble qui résultait pour lui de la connaissance de tous les

(1) *Annales de chimie*, tom. II, pag. 183.

faits, il tirait des conséquences rigoureuses qui lui servaient de guides dans ses essais ultérieurs.

« J'avais, dans le commencement de mes expé« riences, essayé si la vapeur (le *chlore à l'état « gazeux*) ne serait pas préférable à l'acide mu« riatique oxygéné en liqueur (*solution de chlore « dans l'eau*), et j'avais observé qu'elle blanchis« sait avec plus de promptitude; mais, quelques « précautions que j'aie prises, il m'a paru qu'on « en faisait une perte considérable, que les par« ties de la toile qui y étaient le plus exposées « étaient sujettes à être affaiblies, et qu'il était « plus difficile d'obtenir l'égalité du blanchiment.

« D'abord je me servais d'une liqueur très« concentrée, et je la renouvelais lorsqu'elle était « épuisée, jusqu'à ce que les fils ou les toiles me « parussent blancs; mais je m'aperçus bientôt « qu'ils étaient considérablement affaiblis, et « même qu'ils perdaient entièrement leur soli« dité : alors j'affaiblis un peu la liqueur, et je « parvins à blanchir la toile sans l'altérer; mais elle « jaunissait promptement lorsqu'elle était conser« vée, et surtout lorsqu'elle était échauffée ou « lorsqu'on lui faisait subir une lessive alcaline. « Je réfléchis sur les circonstances du blanchi« ment ordinaire, et je tâchai d'en imiter les pro« cédés, parce que je pensai que l'acide muria« tique oxygéné devait agir comme l'exposition « des toiles sur les prés, qui seule ne suffit pas, « mais qui paraît seulement disposer les parties « colorantes de la toile à être dissoutes par l'alcali « des lessives. J'examinai la rosée, soit celle qui se

« précipite de l'atmosphère, soit celle qui vient « de la transpiration nocturne des plantes, et j'ob- « servai que l'une et l'autre étaient saturées d'oxy- « gène au point de détruire la couleur du papier « teint faiblement avec le tournesol. Peut-être les « anciens préjugés sur la rosée du mois de mai, « saison où la transpiration des plantes est plus « abondante, tiennent-ils à quelque observation « de cette espèce.

« J'employai donc alternativement des lessives « et l'action de l'acide muriatique oxygéné; alors « j'obtins un blanc solide; et comme, sur la fin « du blanchiment ordinaire, on passe les toiles « dans du lait aigri, ou dans de l'acide sulfurique « étendu d'une grande quantité d'eau, j'essayai « aussi de passer les toiles dans une dissolution « très-étendue d'acide sulfurique, et j'observai que « le blanc en prenait plus d'éclat.

« Dès que je fis usage des lessives intermédiai- « res, j'appris qu'il n'était pas nécessaire d'em- « ployer une liqueur concentrée, et d'y laisser à « chaque immersion les toiles long-temps plon- « gées : par-là j'évitai deux inconvénients qui au- « raient pu rendre ce procédé impossible à pra- « tiquer en grand : le premier est l'odeur suffo- « cante de la liqueur, qu'il serait très-incommode « et même très-dangereux de respirer long-temps, « odeur qui a découragé plusieurs personnes qui « ont tenté de s'en servir; le second est le danger « d'affaiblir les toiles. Je renonçai aussi, à cette « époque, à mêler de l'alcali avec l'acide muria-

« tique oxygéné, ainsi que je l'avais pratiqué dans « la plupart de mes premiers essais (1). »

On vient de voir que, dans ses premières expériences, Berthollet tenta de faire agir le chlore en *vapeur*, c'est-à-dire à l'état de fluide élastique, mais qu'il fut obligé d'y renoncer par l'impossibilité de limiter son action à la matière colorante, et même de la rendre uniforme sur les tissus; en sorte que ceux-ci se trouvaient toujours partiellement plus ou moins altérés. La solution du chlore dans l'eau parut propre à diriger à volonté ses effets : il était facile, dans tous les cas, d'amener la liqueur au point de concentration convenable pour que son action ne s'exerçât que sur les parties colorantes, et n'eût jamais lieu au préjudice de la qualité des tissus.

Mais d'autres difficultés se présentèrent : le peu de solubilité du chlore contraignit d'agir sur de grandes masses de liquide; de multiplier à l'infini les points de contact du véhicule et du corps à dissoudre; d'empêcher le dégagement de gaz que provoquent ces manipulations, et de se garantir de l'odeur vive et suffocante de ce corps délétère. On trouvera plus loin les moyens par les-

---

(1) *Annales de chimie*, tom. II, pag. 158 et suiv. pag. 176. Lorsqu'il sera question de la préparation des chlorures, je donnerai l'explication du motif qui dut porter Berthollet à supprimer cette addition d'alcali dans la dissolution de chlore, tandis qu'aujourd'hui on n'emploie guère le chlore qu'en combinaison avec la chaux.

quels on est successivement parvenu à obtenir ces résultats ; je dois m'occuper auparavant des procédés et des appareils d'extraction.

Ce fut le procédé indiqué par Scheele, qui consistait à faire réagir l'acide hydro-chlorique sur le peroxide de manganèse, que l'on suivit d'abord pour se procurer le chlore dont on se servait dans les opérations du blanchiment. Le prix élevé de l'acide hydro-chlorique, qui à cette époque n'était pas, comme aujourd'hui, l'objet d'une fabrication en grand, rendait ce procédé très-dispendieux ; aussi Berthollet chercha-t-il, dès le principe, à lui en substituer un plus économique. Il crut y parvenir en employant un mélange de sel marin et de manganèse, sur lequel il versait de l'acide sulfurique concentré : il avait pour objet, comme il le dit lui-même, de décomposer le sel marin dans l'opération même qui devait fournir le chlore. Quoique Berthollet eût apprécié d'une manière exacte les phénomènes qui devaient successivement avoir lieu dans la double opération qu'il se proposait de faire simultanément, il ne réussit à produire par ce moyen qu'une petite quantité de chlore, ce qui lui fit juger qu'il était préférable de se servir de l'acide hydro-chlorique(1). Mais M. Descroizille, guidé très-probablement par des idées théoriques, ayant imaginé de faire usage, non pas d'acide sulfurique concentré, mais d'acide sulfurique étendu d'eau, parvint à se procurer le

(1) *Annales de chimie*, tom. II, pag. 162.

chlore à un prix fort inférieur à celui que fournissait le procédé de Scheele (1).

Pendant long-temps ce procédé a été le seul dont on ait fait usage, comme présentant le plus d'économie; mais, depuis quelques années, le bas prix auquel les fabriques de soudes factices livrent

(1) Je dois rappeler ici en peu de mots la théorie des phénomènes qui se passent dans ces deux opérations; celle de la première est fort simple. Les substances mises en contact sont de l'acide hydro-chlorique (composé d'hydrogène et de chlore) et du peroxide de manganèse (combinaison d'oxygène et de manganèse dans laquelle le premier est dans la plus grande proportion possible). L'acide hydro-chlorique se divise en deux parties : l'une de ces parties est décomposée. Son hydrogène se combine avec une portion de l'oxygène du peroxide de manganèse qui, par cette soustraction, se trouvant ramené à l'état de protoxide soluble, s'unit à la portion d'acide non décomposée, tandis que le chlore de la première, mis en liberté se dégage à l'état de gaz; l'on obtient en outre de l'eau, et un hydro-chlorate de protoxide de manganèse qui reste en dissolution.

Les matières que l'on fait réagir dans le second procédé sont: du proto-chlorure de sodium (sel marin, composé de chlore et de sodium), de l'acide sulfurique, de l'eau, et du peroxide de manganèse. Une partie de l'eau en se décomposant transforme le proto-chlorure en hydro-chlorate de protoxide de sodium; cet hydro-chlorate est décomposé par l'acide sulfurique qui se substitue à l'acide hydro-chlorique : ce dernier, retenu par l'eau se trouvant en présence du peroxide de manganèse, agit sur lui comme dans l'opération précédente. On doit concevoir actuellement pourquoi l'on est dans la nécessité d'ajouter de l'eau; si l'on emploie l'acide sulfurique sans l'étendre, on n'obtient presque que de l'acide hydro-chlorique qui n'a pas eu le temps d'agir sur le manganès

au commerce l'acide hydro-chlorique, qui n'est pour elles qu'un produit accessoire, a fait revenir à l'ancien procédé; et ce n'est plus que dans les établissements trop éloignés de ces sortes de fabriques pour en retirer l'acide dont elles auraient besoin, que l'on continue à préparer le chlore au moyen de la réaction de l'acide sulfurique sur le sel marin et le manganèse.

Il pourra sembler inutile, d'après cela, que je m'occupe de ce procédé : cependant, comme les prix des matières sont sujets à des variations; qu'en outre il peut arriver des circonstances telles, que le dernier procédé présente de nouveau de l'avantage, je crois devoir en traiter avec quelque étendue, ne fût-ce que pour mettre les blanchisseurs dans le cas de juger lequel des deux est le plus convenable pour eux, selon les localités dans lesquelles sont placés leurs établissements.

Il n'est pas d'auteur qui se soit occupé de blanchiment, ou qui ait seulement écrit sur l'extraction du chlore, qui n'ait prescrit les proportions dans lesquelles on devait combiner les matières propres à le fournir. Toutes ces recettes offraient entre elles des discordances plus ou moins grandes; ce qui pouvait tenir à ce que ces proportions avaient été prises arbitrairement, ou à ce que les substances avec lesquelles on avait opéré ne s'étaient pas trouvées d'une qualité identique : en sorte qu'il arrivait fréquemment qu'une recette qui avait parfaitement réussi à un blanchisseur ne donnait à un autre que des résultats désavantageux.

Je ne saurais trop le répéter : à mesure que les connaissances chimiques se répandront davantage dans les ateliers, que les blanchisseurs connaîtront mieux la nature des matériaux qu'ils mettent en œuvre, ils les combineront avec plus de discernement, et ne seront pas exposés à commettre des fautes qui leur sont d'autant plus préjudiciables qu'elles se renouvellent plus fréquemment, et qu'ils opèrent sur de plus grandes masses.

Afin de mieux faire sentir de quelle importance il est pour un manufacturier de pouvoir juger par lui-même des limites dans lesquelles une recette, quel que soit le mérite de la personne qui la lui présente, peut lui être avantageuse, parce que cette recette doit varier avec les matières qu'il emploie, je rapporterai les doses recommandées par les auteurs les plus distingués.

Berthollet.	6	parties	oxide de manganèse.
	16		sel marin.
	12		acide sulfurique concentré.
	8 à 12		eau.
Bouillon-Lagrange.	1	partie	oxide de manganèse.
	3		sel marin.
	2		acide sulfurique.
	2		eau.
Rupp, de Manchester.	3	parties	oxide de manganèse.
	8		sel marin.
	6		acide sulfurique.
	12		eau.
Smithson-Tennant, de Glasgow.	3	parties	oxide de manganèse.
	3		sel marin.
	3		acide sulfurique.
	3		eau.

Proportions généralement employées en France.	3 parties oxide de manganèse. 10 (1) sel marin. 7 acide sulfurique. 9 eau.
Proportions employées en Angleterre d'après le docteur Ure.	10 à 14 parties oxide de manganèse. 10 sel marin. 14 acide sulfurique étendu d'une quantité d'eau suffisante pour le ramener à la densité de 1,500 (48° à l'aréomètre de Baumé.)

L'analyse chimique des différentes substances qui concourent à la production du chlore, celle des composés qui résultent de leur action, donnent les moyens de déterminer d'une manière exacte les proportions dans lesquelles on doit combiner ces substances pour que leur décomposition réciproque soit complète.

C'est ainsi que, d'après des considérations particulières sur la nature des substances qui forment le mélange, suivant la théorie atomistique, M. Dalton admet les proportions suivantes (2):

35 parties oxide de manganèse.
40 — sel marin.
100 — acide sulfurique concentré à 66°.
76 — eau.

Voici les proportions que prescrit M. Robiquet, d'après des considérations analogues :

1 partie oxide de manganèse.
1,33 — sel marin.
2,40 — acide sulfurique concentré à 66°.

(1) Dois-je faire remarquer combien cette quantité de sel est disproportionnée relativement à celle des autres substances, et combien il devait s'en trouver de perdu.

(2) Dans cette évaluation, M. Dalton admet qu'il faut deux

Dans son *Cours de Chimie appliquée aux Arts*, M. Clément Désormes a donné le tableau suivant:

MATIÈRES A PRODUIRE LE CHLORE.	Poids des atômes, l'oxygène étant 1.		Proportions des matières en opérant sur 100 liv.		Proportions en opérant sur 100 liv. de sel.	
1 atôme. Chlorure de de sodium.	7	50	29	70	100	
1 atôme. Peroxide de manganèse.	5	50	21	78	73	30
1 atôme. Acide sulfurique.	12	25	48	52	163	30
	25	25	100		336	60
PRODUITS.						
Chlore dégagé. 1 atôme.	4	50	17	82		
Sulfate de soude. 1 atôme.	9		35	64		
Proto-sulfate de manganèse. 1 atôme.	9	50	37	62		
Eau. 1 atôme.	2	25	8	92		
	25	25	100			

On conçoit que, dans ces trois dernières éva-

atômes d'acide sulfurique pour remplacer un atôme d'acide hydro-chlorique dans le sel marin, ce qui est vrai à la température ordinaire, et à celle de l'eau bouillante, mais ce qui ne l'est plus à des températures plus élevées, un atôme d'acide sulfurique se substituant alors à un atôme d'acide hydro-chlorique. Cette observation est de M. Th. Thomson.

luations, on n'a dû prendre en considération que des quantités *réelles* des matières à combiner, c'est-à-dire qu'on les a supposées parfaitement pures : or, c'est ce qui n'arrive jamais dans les arts, les substances que l'on emploie étant toujours mélangées avec des matières étrangères. En ayant égard à l'état ordinaire des matériaux que les blanchisseurs ont à leur disposition, Thomas Thomson regarde les proportions suivantes comme les plus convenables :

1 partie oxide de manganèse.
1 sel marin.
2 acide sulfurique.
2 eau.

M. Robiquet les établit, par les mêmes considérations, comme il suit:

1,33 partie oxide de manganèse.
1,50 sel marin.
2,50 acide sulfurique à 66°.

Il fait remarquer en outre que l'acide étant étendu d'eau, n'agit pas avec toute son énergie, et qu'il est par conséquent nécessaire d'en mettre un excès pour que la décomposition du sel soit complète. Cet excès d'acide, dit toujours M. Robiquet, devra être d'autant plus considérable que les cristaux de sel seront plus volumineux, parce que la cohésion est alors plus grande, et par conséquent plus difficile à vaincre. En général, il faut augmenter la proportion d'acide d'environ $\frac{1}{7}$ (1).

(1) *Dictionnaire technologique*, tom. III, pag. 147.

Il me semble que la comparaison qu'on pourra faire des proportions de matières recommandées, avec celles auxquelles conduit rigoureusement la connaissance de la composition de ces matières, convaincra, mieux que tous les raisonnements, les blanchisseurs de la nécessité de pouvoir apprécier la nature des substances qu'ils emploient, afin d'apporter aux proportions dans lesquelles ils les combineront les modifications qu'exigera leur plus ou moins grand état de pureté.

C'est ainsi que les oxides de manganèse qu'on trouve dans le commerce, et dont on fait usage en quantités si considérables, offrent dans leur composition, suivant la mine d'où on les a retirés, des variations très-grandes qu'il importe beaucoup aux blanchisseurs de reconnaître. Chaque fois qu'ils en achèteront, il sera donc de leur intérêt de s'assurer de la richesse réelle d'un manganèse, afin de proportionner les quantités des autres substances.

La valeur effective d'un oxide de manganèse ne dépend pas seulement de la quantité de chlore dont il peut déterminer la formation ; on doit faire entrer aussi dans l'appréciation de cette valeur la quantité d'acide hydro-chlorique qu'il faut employer pour cette production. Ainsi, le manganèse contient presque toujours du carbonate de chaux, de la baryte, de l'oxide de fer, qui saturent en pure perte une portion d'acide hydro-chlorique, ou même la totalité du manganèse n'est pas à l'état de peroxide; en sorte que la quantité d'acide hydro-chlorique employée n'est plus pro-

portionnelle à celle du chlore obtenu. La détermination de cette valeur réelle ne laisserait donc pas de présenter des difficultés; heureusement que le bas prix de l'acide hydro-chlorique peut dispenser de la faire.

Cependant, comme il y a des blanchisseurs jaloux d'apporter dans leurs opérations toute l'exactitude dont elles sont susceptibles, et que d'un autre côté, ils peuvent n'avoir ni les instruments convenables, ni l'habitude des manipulations, je tâcherai de suppléer autant que possible à ce qui pourra leur manquer sous ce rapport, en reproduisant ici les résultats qu'ont offerts à M. Berthier, ingénieur des mines, les analyses de plusieurs oxides de manganèse.

Pour déterminer la valeur relative des minerais de manganèse employés à la préparation du chlore, M. Berthier est parti de ce principe, que cette valeur dépend évidemment de la quantité qu'ils peuvent en fournir, et que cette quantité étant proportionnelle à l'oxygène qu'ils contiennent en excès au-dessus du protoxide, il suffit, pour connaître cette quantité, de réunir à l'oxygène qu'un oxide de manganèse dégage par la calcination celui qui fait la différence entre l'oxide rouge et le protoxide : la somme de ces deux quantités d'oxygène représentera celle du chlore que cet oxide pourra fournir. C'est d'après ce principe qu'il a établi le tableau suivant de la quantité d'oxygène que les différents oxides de manganèse qu'il a analysés peuvent fournir pour la production du chlore; quantité qui en fait connaître

approximativement la valeur. M. Gay-Lussac a joint à ce tableau, celui de la quantité correspondante de chlore (1).

NOMS DES MINERAIS.	QUANTITÉ D'OXYGÈNE QUI REPRÉSENTE LE CHLORE.	QUANTITÉ DE CHLORE QU'IL FOURNIT.
1 kil. Manganèse pur........	0. 180	0. 7964 (2)
—— Crettnich près Saarbruck.	0. 170	0. 7525
—— Calveron (Aude) sans calcaire..............	0. 173	0. 7658
—— Timor sans calcaire.....	0. 156	0. 6905 (3)
—— Timor avec calcaire.....	0. 140	0. 6197 (3)
—— Calveron avec calcaire...	0. 130	0. 5754
—— Périgueux (Dordogne)...	0. 117	0. 5179
—— Romanèche (Saône-et-Loire).............	0. 106 à 0.116	0. 4692 à 0.5135
—— Laveline (Vosges)......	0. 105	0. 4648
—— Pesillo (Piémont), noir sans calcaire.........	0. 100	0. 4426
—— Pesillo noir avec calcaire.	0. 075	0. 3320
—— Saint-Marcel (Piémont)..	0. 063 à 0.070	0. 2789 à 0.3098

Si l'on avait à déterminer la valeur relative d'un manganèse qui ne se trouve pas dans cette liste, il faudrait nécessairement en faire l'essai. On peut se servir pour cela de la méthode indiquée ci-dessus, qui consiste à ajouter à la quantité d'oxygène obtenu par la calcination d'un minérai, celle qui fait la différence de l'oxide rouge et du pro-

(1) *Annales de chimie et de physique*, tom. XX et XXVI.

(2) Cette évaluation de la valeur du manganèse pur a été donnée par M. Gay-Lussac.

(3) Ces deux nombres ne se trouvent pas dans le tableau de M. Gay-Lussac.

toxide de manganèse, en se rappelant que le peroxide, pour se transformer en protoxide, perd 0,18 d'oxygène, et 0,12 seulement pour passer à l'état d'oxide rouge ou deutoxide.

Pour cela on prendra une certaine quantité de manganèse, 10 gr., et, après les avoir pesés très-exactement, on les soumettra dans un creuset à une forte chaleur dans un fourneau à réverbère, en ayant soin de soutenir la température pendant une demi-heure au moins. Après avoir retiré le creuset, on pèsera immédiatement le résidu, qui ne devra plus être que de l'oxide rouge. La différence entre ce dernier poids et celui qu'on avait en premier lieu sera précisément celui de l'oxygène dégagé. On effectuera par le calcul la réduction de cet oxide rouge en protoxide, en ajoutant à lui-même la moitié de ce poids d'oxygène; la somme représentera celui que tout le manganèse, à l'état de peroxide dans les 10 gr. sur lesquels on aura opéré, aura perdu pour revenir à l'état de protoxide. Alors on pourra déterminer cette quantité au moyen d'une simple proportion, 18 : 100 :: x : x'.

X est la somme des deux quantités d'oxygène (1).

Lorsqu'il sera question des procédés pour mesurer la force décolorante des dissolutions de chlore

(1) Les personnes familiarisées avec les manipulations chimiques n'auront pas de peine à s'apercevoir que ce mode d'analyse est loin d'être rigoureux; mais il est simple, et je le crois suffisant en manufacture pour déterminer approximativement la valeur d'un minerai de manganèse.

ou de chlorure, j'indiquerai un autre mode d'essai des minerais de manganèse.

Ainsi que je l'ai déja dit, on en est revenu à l'emploi de l'acide hydro-chlorique pour en retirer le chlore. Les proportions dans lesquelles il faut combiner le manganèse et l'acide doivent être telles, que ce dernier s'y trouve en quantité suffisante pour que, par suite de sa décomposition partielle, le peroxide soit ramené à l'état de protoxide, qui s'unira alors avec l'acide non décomposé pour former un hydro-chlorate de protoxide de manganèse. Or il est facile de calculer ces proportions, lorsqu'on connaît la composition du peroxide de manganèse, de l'acide hydro-chlorique, et celle des composés, l'eau et l'hydro-chlorate, qui doivent résulter de la combinaison dans un autre ordre de leurs principes constituants, le chlore excepté (1).

C'est d'après de pareilles considérations que les proportions suivantes ont été établies:

100 peroxide de manganèse pur,

124 acide à décomposer pour fournir le chlore,

178 *idem* pour la formation de l'hydro-chlorate.

Si l'on voulait actuellement établir la question économique des deux procédés, cela serait très-facile au moyen des éléments ci-dessus. En sup-

(1) Composition des oxides de manganèse d'après MM. Berzelius et Arfwedson.

Protoxide.......	100 métal.	28,1077	oxygène.
Deutoxide......	100 idem.	37,475	idem.
Tritoxide......	100 idem.	56,215	idem.

posant qu'on voulût connaître quel serait le prix de 100 kilogrammes de chlore par chacun de ces procédés, on trouverait, d'après les quantités et la valeur des matières à employer: Par l'acide sulfurique,

186 kil. sel marin à.....	40 fr.	74 fr.	60
167 manganèse à....	25	41	75
300 acide sulfurique à...........	40	120	
Total.............		236	35
L'on a un résidu dont on peut retirer 200 kil. sulfate de soude à 32 fr.		64	
Prix de 100 kilog. de chlore................		172	35

Par l'acide hydro-chlorique,

1° Acide pour produire le chlore..... 208 kil. 2° *Id.* qui doit former l'hydrochlorate..... 297 40	505 kil. 40, à 20 fr.	101 fr.	
3° Manganèse........ 167 à 25 fr.		41	75
Total.............		142	75
Différence en faveur du dernier procédé.		29	60

Il n'est pas nécessaire, je pense, de faire la remarque que cette valeur de 100 kilog. de chlore est sujette à des variations dépendant du prix des matières sur les lieux mêmes de la fabrication. Les données ci-dessus ne doivent être regardées que comme termes de comparaison, en tant que les matières conserveront les valeurs relatives qui y sont énoncées.

Appareils pour la production du chlore.

Les premiers appareils dont on s'est servi pour

faire réagir les substances propres à fournir le chlore, étaient de grands ballons en verre. Quoique ces appareils fussent assez commodes, en ce qu'ils permettaient de suivre de l'œil la marche de l'opération, et qu'en outre ils étaient absolument inattaquables par les acides sulfurique, et hydro-chlorique, on a dû y renoncer, parce que d'une part, ils avaient l'inconvénient de n'offrir que peu de capacité, en sorte qu'il fallait beaucoup trop les multiplier, et qu'ensuite ils étaient extrêmement fragiles.

Dans le plus grand nombre des blanchisseries de France, on a substitué aux ballons de verre des vases en grès, qui présentent plus de capacité et de résistance. Ces vases sont, le plus ordinairement, les bouteilles mêmes dans lesquelles on reçoit l'acide hydro-chlorique; d'autres fois ce sont de grandes jarres, ou tourilles, semblables à ces bouteilles, mais portant en outre sur le côté, à quatre ou six pouces environ du goulot, une tubulure de deux à trois pouces de diamètre, par laquelle on introduit les matières; et l'on retire le résidu après l'opération, sans qu'il soit nécessaire d'enlever la bouteille de dessus le fourneau. *Voy.* pl. 1, fig. 1re.

On chauffe un nombre plus ou moins grand de ces jarres, six ou huit, au moyen d'un seul foyer. Pour cela, celui-ci est placé à une distance convenable de la cheminée, et l'on donne au conduit qui porte dans cette dernière les produits de la combustion une disposition horizontale, de manière qu'il serve véritablement de fourneau. Des

ouvertures circulaires, pratiquées à la surface supérieure de ce fourneau, reçoivent des capsules en fonte dont le diamètre est d'un à deux pouces plus grand que celui de la panse des jarres : c'est dans ces capsules que l'on place celles-ci, qui s'y trouvent engagées jusqu'au milieu de leur hauteur environ. On a soin, avant de mettre la jarre, de garnir le fond de la capsule d'une couche de sable d'un pouce au plus d'épaisseur; on remplit également de sable le vide que laissent entre elles les parois extérieures de la jarre et celles de la capsule, afin de prévenir autant qu'il est possible toute déperdition de chaleur. Cette manière de chauffer n'est, comme on le voit, qu'un chauffage au *bain de sable;* elle est bien un peu plus dispendieuse que si l'on exposait à l'action directe du feu les vases distillatoires, mais elle a, pour compenser cet excès de dépense, l'avantage de parer en grande partie aux accidents qui dans ce cas pourraient résulter de leur rupture. *Voy.* pl. 1, fig. 2.

Le récipient dans lequel vient se rendre le gaz pour s'y combiner avec l'eau, est un grand vase, tantôt en bois, d'autres fois en pierre calcaire : sa forme est tout-à-fait arbitraire, et dépend le plus souvent des localités; mais le chlore attaquant également le bois et toute espèce de pierre calcaire, on doit toujours revêtir les parois de ce vase d'une couche de mastic.

Entre chaque jarre et le récipient est un flacon à trois tubulures, dit *flacon de Woulf*, dans lequel on met un peu d'eau qui doit servir à la-

ver le gaz, et à le dépouiller de l'acide hydro-chlorique qu'il pourrait entraîner. Un tube en verre ou en plomb, à double courbure parallèle, établit la communication entre la jarre et le flacon qui lui correspond; une des branches de ce tube s'adapte au moyen d'un bouchon au goulot de la première, tandis que l'autre branche s'engage dans l'une des tubulures du flacon et descend dans son intérieur, jusqu'à un pouce environ au-dessous du niveau de l'eau qu'il contient. De la tubulure opposée part un autre tube pareillement recourbé, mais dont les deux branches ont une longueur fort inégale : la plus courte s'adapte à la tubulure du flacon, et ne doit pas dépasser le bouchon, tandis que la plus longue va se rendre au fond du récipient, où son extrémité se relève en crochet. La troisième tubulure du flacon est traversée par un tube de verre droit, ouvert par ses deux bouts; on lui donne le nom de *tube de sûreté*. La longueur de ce tube, dont l'extrémité inférieure ne sera plongée que de quelques lignes dans le liquide du flacon, doit être égale au moins à celle de la partie du tube qui est immergée dans l'eau du récipient (1). Dans plusieurs établissements on supprime ce flacon intermédiaire; mais alors l'opération exige une surveillance plus active, pour qu'il ne se produise pas d'absorption, lorsque le déga-

(1) Pour la théorie des tubes de sûreté, voyez les ouvrages de physique, ou le *Traité de chimie*, de M. Thénard, tom I[er], pag. 256 et suiv., 4[e] édition.

gement du gaz étant achevé, on laisse refroidir les vases. *Voy.* pl. 2, fig. 1[re].

Si l'on fait usage de jarres portant une tubulure pour les vider et les emplir de nouveau, les tubes qui servent à établir la communication, tant de la jarre avec le flacon intermédiaire, que de celui-ci avec le récipient, peuvent être fixés à demeure; pour cela, on les fait passer à travers des bouchons : ceux qui servent à boucher les goulots des jarres doivent être en plomb, que l'on enduit soigneusement d'un lut gras.

Quelquefois la tubulure de la jarre porte un tube à siphon, surmonté d'un entonnoir par lequel on verse l'acide en plusieurs fois : on se règle pour cela sur le dégagement plus ou moins rapide du gaz dans le flacon intermédiaire; mais le plus souvent on verse tout l'acide d'une seule fois, et alors le bouchon qui ferme cette tubulure doit être, comme celui du goulot, en plomb et très-exactement luté.

Cette multiplicité de vases distillatoires ne laisserait pas d'être incommode dans les établissements où l'on veut produire le chlore en grande quantité, tels que les fabriques de chlorure de chaux; aussi les a-t-on remplacés par un alambic unique. C'est communément un vase à peu près sphérique, entièrement de plomb, plongé jusqu'aux deux tiers de sa hauteur dans un double fond de plomb ou de fonte; le diamètre intérieur de ce double fond est de deux pouces plus grand que le diamètre extérieur de l'alambic. L'espace libre qui se trouve ainsi entre ces deux vases est

destiné à recevoir la vapeur d'eau d'une chaudière voisine.

La partie supérieure de l'alambic présente trois ouvertures, fermées chacune par une soupape à eau. La première de ces ouvertures, qui a environ dix à douze pouces de diamètre, est fermée par une soupape en plomb dont les bords, recourbés perpendiculairement, entrent dans une rainure pratiquée sur le bord de l'ouverture, et que l'on remplit d'eau : c'est par cette ouverture qu'un ouvrier s'introduit dans l'alambic, lorsqu'il a besoin de réparations. La seconde ouverture reçoit un entonnoir à siphon, qui sert à verser l'acide. A la troisième est adapté le tube par lequel se dégage le gaz.

Il faut apporter quelques modifications à ce genre d'appareil lorsqu'on se sert, pour préparer le chlore, du procédé par l'acide sulfurique. L'alambic est alors formé de deux calottes hémisphériques, la supérieure en plomb, et l'inférieure en fonte, réunies très-exactement : pour cela, sur le bord supérieur de l'hémisphère en fonte on ménage une rainure dans laquelle s'engage le bord inférieur de l'hémisphère en plomb; on lute le point de jonction avec une pâte de chaux, d'argile et d'oxide de fer calcinés séparément et réduits en poudre très-fine. Outre les trois ouvertures que j'ai déja décrites, ce dernier appareil en a une quatrième au centre du dôme : elle reçoit un tube de plomb qui descend à peu près jusqu'au fond, et dans lequel passe un axe vertical dont l'extrémité intérieure porte des bras de fer ou de

bois, revêtus de plomb, par le mouvement rotatoire desquels on tient en suspension les matières qui tendent continuellement à se précipiter. Le mouvement est imprimé de temps en temps à ce mécanisme, ou par un homme, ou en faisant communiquer son axe avec une roue mue par l'eau ou par une machine à vapeur.

Tels sont les différents appareils en usage pour obtenir le chlore. Je dois ajouter à ce qu'on a déja lu du récipient dans lequel s'opère la dissolution du gaz, la description de quelques dispositions particulières propres à favoriser cette dissolution, et aussi quelques observations qui devront guider les blanchisseurs dans la forme la plus convenable à donner à cette partie de l'appareil.

Par suite de la persuasion dans laquelle on était, que le moyen le plus efficace de favoriser la solubilité d'un gaz était de le soumettre à une forte pression, en lui faisant traverser une hauteur assez considérable de liquide, on imagina de se servir de cuves très-profondes et fort étroites; mais l'expérience démontra bientôt qu'il s'en fallait de beaucoup que les avantages fussent proportionnels aux inconvénients. En effet, d'après la loi trouvée par MM. Dalton et Henry, que « la « quantité de gaz en volume absorbée par l'eau « est toujours la même, quelle que soit la pres- « sion, » ou, ce qui est la même chose, que « les « quantités pondérables sont proportionnelles aux « pressions, » il est facile de s'assurer de ce qu'on aura ajouté à la solubilité naturelle d'un gaz quelconque par une pression connue.

Ainsi, en supposant que la hauteur de l'eau dans le récipient soit de 1 m. 60, et admettant que dans ce trajet le chlore qui se dégage au fond soit complètement dissous, la pression supportée à la surface du liquide sera zéro. La pression moyenne du gaz qui se dissout, se trouvera représentée par $\frac{1 \text{ m. } 60}{2}$ = 0 m. 80, à quoi il faudra ajouter la pression de l'atmosphère égale à une colonne d'eau de 10 m. 40 : on aura ainsi 11 m. 20 pour la pression totale à laquelle est soumis le gaz qui passe dans l'eau de la cuve. Or, 0 m. 80 est à peu près $\frac{1}{14}$ de 11 m. 20; mais puisque la solubilité est proportionnelle au poids supporté, elle ne se trouve accrue, par cette hauteur de la colonne d'eau de 1 m. 60, que de $\frac{1}{14}$.

Voici l'expression de la force absorbante d'un appareil de ce genre:

Supposant que l'on ait au fond de la cuve un litre de chlore qui se dégage bulle à bulle; que chacune de ces bulles ait un centimètre de diamètre, ce qui en donnera 1942 pour un litre : la surface de chacune de ces bulles sera 3,12 centimètres carrés, et celle des 1942=6059 centimètres carrés. Soient 60 décimètres carrés. L'avantage qui résulte de l'augmentation de pression équivaut à un accroissement proportionnel de surface, c'est $\frac{1}{14}$ à ajouter à ces 6059; ce qui fait 6491, dont il faut prendre la moitié, puisque la pression moyenne d'une colonne d'eau de 1^{m} 60 est représentée par $\frac{1^{m}60}{2}$ = 0^{m} 80; $\frac{6491}{2}$ = 3245. Soit actuellement 5″ le temps que le gaz emploie à s'élever dans l'eau de la cuve, l'expression de

la solubilité sera 32 décimètres carrés, 45 × 5″. ou, ce qui revient au même, 162 décimètres carrés, 25 × 1″.

On voit d'après cela que les avantages que l'on obtient, en faisant subir au gaz une grande pression pour augmenter sa solubilité, se réduisent à bien peu de chose, tandis que les inconvénients qui naissent de cette même pression sont assez graves, par la difficulté de luter les différentes parties des appareils, de manière à empêcher toute déperdition.

La solubilité d'un gaz dépendant beaucoup moins, ainsi qu'on vient de le voir, de la pression que de l'étendue de la surface de contact, et de la durée de ce contact, on a dû chercher à diminuer la première de ces circonstances, et à augmenter au contraire les deux autres, pour remplir plus exactement les conditions favorables à cette solubilité : c'est pour s'en approcher toujours davantage qu'on a imaginé les appareils dits *appareil à cuvettes*, *cuve à moussoir*, *cuve à serpentin*, dont je vais parler successivement.

Appareil à cuvettes. M. Welter est le premier qui ait fait usage de ce genre d'appareil. Il fit construire une cuve en maçonnerie, garnie de larges cuvettes en pierre, renversées; chacune de ces cuvettes A, B, C, D, *fig.* 2, *pl.* 2, porte à un côté de sa circonférence une échancrure en croissant, et la hauteur est un peu moindre vers cette échancrure. Ces cuvettes sont superposées les unes aux autres, et de manière que les échancrures sont placées alternativement à droite et à gauche. Le

tube qui conduit le gaz au fond de la cuve s'engage au-dessus de la cuvette inférieure : quand cette première cuvette est remplie, le gaz qui continue à affluer s'échappe par l'échancrure, et va se loger dans la cuvette placée immédiatement au-dessus; il en est de même pour celle-ci. On fait quelquefois ces cuvettes en bois; mais qu'elles soient en pierre ou en bois, elles doivent être enduites, ainsi que les parois de la cuve, d'un mastic composé d'un mélange à parties égales de térébenthine, de résine et de cire jaune.

Cuve à moussoir. Cet appareil se compose d'une cuve hermétiquement close, dont la partie supérieure est garnie d'une boîte à cuir, traversée par l'axe d'un moulinet placé dans son intérieur. L'eau, continuellement agitée au moyen du mouvement de révolution communiqué au moulinet, se trouve mise en contact par un plus grand nombre de points avec le gaz. Par fois la cuve est divisée dans sa hauteur par des diaphragmes ou cuvettes que traverse l'axe du moulinet, dont les bras sont placés entre chacun de ces diaphragmes.

Cuve à serpentin, pl. 2, fig. 1re. Dans une cuve ordinaire, de forme ronde ou carrée, est disposé en spirale un serpentin, ou plutôt une gouttière renversée, qui s'élève en faisant plusieurs circonvolutions du fond de la cuve jusqu'à deux pouces au-dessous du niveau de l'eau; son extrémité supérieure est terminée par un entonnoir renversé, au bec duquel est adapté un tube assez long pour porter hors de l'atelier le gaz qui échappe à l'ac-

tion dissolvante de l'eau (1). Ces serpentins en plomb (il serait préférable de les faire en grès) sont quelquefois, jusqu'à une certaine hauteur, perforés d'une multitude de petits trous à travers lesquels passe le gaz en se divisant en bulles extrêmement tenues, ce qui facilite sa dissolution.

M. Clément Désormes, professeur de chimie appliquée aux arts, au Conservatoire des arts et métiers, a pris un brevet pour un appareil de son invention, auquel il a donné le nom de *cascade chimique*. Quoique je n'aie point encore vu fonctionner cet appareil, je ne doute nullement de son efficacité comme moyen de faciliter la dissolution du chlore dans l'eau.

Cet appareil se compose principalement d'une colonne creuse, qui peut être de verre, de grès, etc., remplie de petites boules de verre ou de porcelaine, d'un centimètre de diamètre environ. Cette colonne s'enchâsse sur un socle en pierre volcanique, dont l'intérieur présente une cavité communiquant avec l'extérieur par deux ouvertures placées l'une au-dessus de l'autre : la supérieure reçoit le tube qui amène le gaz; c'est par l'inférieure que s'écoule le liquide saturé. L'extrémité

(1) Dans un appareil de ce genre que j'ai monté, j'ai imaginé de faire rendre ce dernier tube dans un vase où se trouvent disposées des tablettes chargées de chaux éteinte; en sorte que ce gaz ordinairement perdu sert à produire du chlorure de chaux. L'avantage résultant de cette disposition peu dispendieuse, est assez grand pour que j'aie cru devoir le signaler aux blanchisseurs qui auraient un appareil à serpentin, ou qui en feraient établir. Pl. 2, fig. 1re.

supérieure de la colonne est ouverte, et l'on y fait arriver un filet d'eau dont on règle à volonté la quantité au moyen d'un robinet. L'eau, pour gagner la partie inférieure, se fraie un passage par les interstices que laissent entre elles les petites boules; mais pour cela elle est obligée de se diviser à l'infini. Le gaz, qui dans le même temps arrive par la partie inférieure de la colonne, suit pour s'élever une direction en sens opposée à celle de l'eau, et rencontre dans les boules un obstacle qui le divise également; en sorte que ces deux corps se trouvent, par ce grand accroissement de leurs surfaces respectives, en contact par plus de points, par conséquent dans les circonstances les plus favorables à la dissolution du gaz.

D'après un calcul de l'auteur sur le pouvoir absorbant de cet appareil comparé à celui d'une cuve ordinaire de 1 m. 60 de profondeur, dans laquelle le gaz ferait son ascension en ligne droite, le rapport entre ces deux pouvoirs serait comme 1 : 322 (1).

Il me reste actuellement à indiquer quelques précautions à prendre dans la conduite de l'opération, qui a pour but d'obtenir le chlore par l'acide hydro-chlorique.

(1) Supposant que le diamètre intérieur de la colonne soit, 0 m. 10 et sa hauteur égale à celle de la cuve 1 m. 60; que les boules aient 0 m. 01 de diamètre; la section horizontale de la cascade équivaudra à 100 centimètres circulaires. Les interstices que laisseront entre elles les boules étant de 22 centimètres circulaires, il restera 78 pour le nombre de celles contenues dans une section circulaire; il y en aura donc 78 × 160

La plupart des auteurs qui ont écrit sur cette préparation recommandent de faire usage de manganèse pulvérisé ; or cette méthode est tout-à-fait vicieuse. Le manganèse, en vertu de sa pesanteur spécifique, tend à se précipiter et se tasse assez fortement au fond du vase distillatoire : les différents minerais de manganèse contenant tous des quantités plus ou moins grandes de silice, celle-ci ne tarde pas à former une couche à la surface supérieure du manganèse que, par son interposition, elle soustrait en partie à l'action de l'acide : de là la nécessité d'un agitateur qui renouvelle les surfaces, sans quoi le dégagement de chlore s'arrête bientôt; et lorsqu'on vient à vider l'appareil, on retrouve beaucoup d'acide et de manganèse, l'un

---

= 12480 dans la hauteur totale. Leur surface sera = 12480 × 3, 12 cent. car. = 38937, 60 cent. car. = 389 déci. car. Telle est donc la surface de contact. Soient 0 lit. 200 = 200 cent. cub. la quantité de gaz produite en 1″, la surface libre d'une section horizontale étant 22 centimètres circulaires = 17, 16 centimètres carrés, l'espace parcouru en 1″ sera $= \frac{200}{17,16}$ = 0 m. 117, et le temps que le gaz emploierait à parvenir à la surface s'il ne rencontrait pas d'obstacles serait $= \frac{1 \text{ m. } 60}{0,117}$ = 13″ 50; mais, à cause des sinuosités que le gaz devra parcourir et qui retarderont nécessairement sa marche, on peut doubler ce temps ; on aura donc : surface de contact = 389 × 27″, temps du contact = 10503, expression de l'effet de l'appareil pour 1″. Pour comparer cet effet à celui de la cuve ordinaire, que l'on a vu ci-dessus, il faudra le multiplier par cinq, puisque le compte n'a été fait que sur 0 lit. 200, tandis que dans le calcul de la cuve il a été fait sur un litre ; l'on aura ainsi 10503 × 5 = 52515, or 163 : 52515 :: 1 : 322.

et l'autre non décomposés. Rien de plus facile que de se mettre à l'abri de ces pertes : il suffit d'employer le manganèse, non plus en poudre fine, mais très-grossièrement pilé. Dans cet état, les fragments de manganèse laissent entre eux des interstices ; en sorte que l'acide pénètre constamment jusqu'au fond du vase, mouille tout le manganèse, et agit sur la masse entière.

Plusieurs avantages résultent de l'emploi du manganèse seulement concassé : le premier est de l'obtenir à un prix plus bas, puisque sa pulvérisation coûte au moins 3 fr. par quintal ; le second est de l'avoir plus pur, parce qu'on ne peut pas y ajouter, comme dans le manganèse en poudre, des substances terreuses qui augmentent son poids en pure perte pour l'acheteur. On évite aussi en partie le boursoufflement qui se produit presque toujours lorsqu'on verse les premières portions d'acide, boursoufflement par fois assez violent pour porter les matières jusque dans le tube par lequel doit se dégager le gaz, et qui peut se trouver obstrué. Cette action est due à un dégagement instantané de gaz acide carbonique provenant du carbonate calcaire qu'on rencontre dans tous les manganèses, et qui est décomposé par l'acide. Dans tous les cas, on peut diminuer la violence de cette effervescence en ayant soin d'ajouter sur le manganèse un litre d'eau environ par chaque jarre, et de ne verser en premier lieu qu'une petite quantité d'acide. Celui-ci se trouvant affaibli par l'eau, agit avec moins d'énergie sur le carbonate. L'agitateur, nécessaire lorsqu'on emploie le manga-

nèse pulvérisé, devient totalement inutile si l'on fait usage de manganèse en fragments; d'où résulte une économie de force pour le mettre en mouvement, et la suppression d'une ouverture sur le vase distillatoire.

Une chose qu'on ne saurait trop recommander, c'est de mener l'opération avec beaucoup de lenteur; il échappera d'autant moins de gaz à l'action dissolvante de l'eau, toutes circonstances égales d'ailleurs, que le courant de gaz sera moins rapide. Je conseillerais donc de ne faire que très-peu de feu au commencement de l'opération, et de l'augmenter graduellement.

J'ai déja dit que l'intérieur du récipient dans lequel s'opère la dissolution, les surfaces des cuvettes du serpentin, suivant qu'on fait usage de l'un ou de l'autre de ces appareils, doivent être soigneusement recouverts de mastic; car le chlore attaque avec beaucoup de force le bois et la pierre calcaire. On devra prendre cette précaution pour le serpentin, alors même qu'il serait en plomb; j'engagerai même à remplacer l'extrémité courbée du tube de plomb qui vient se relever sous la cuvette inférieure, ou le serpentin, par un tube de verre de même forme. Ces soins qui paraîtront minutieux, peut-être même inutiles, sont cependant très-importants dans quelques circonstances. Pour le faire mieux sentir, je rapporterai ce qui m'est arrivé à ce sujet dans une blanchisserie du département du Nord : on y verra un exemple très-remarquable d'un phénomène chimique que j'étais loin de prévoir, et dont la solution, assez

importante, n'a pas laissé de m'embarrasser pendant quelques jours.

J'avais fait disposer dans une cuve en pierre calcaire un serpentin en feuilles de plomb laminé; les tubes qui amenaient le gaz, également en plomb, descendaient le long des parois de la cuve, et se relevaient, sous le serpentin, de manière à ce que la partie extérieure de la courbure s'appuyait sur le fond de la cuve; je n'avais pas cru nécessaire d'enduire celle-ci, non plus que le serpentin, d'une couche de mastic. L'appareil fonctionnait très-bien; mais au bout de fort peu de jours les tubes se trouvèrent percés dans plusieurs endroits sur leur longueur, et notamment à la courbure. Je les fis remplacer; le même effet se reproduisit très-promptement, et le serpentin offrait également plusieurs trous. Surpris de cette destruction rapide des tubes de plomb, je les examinai avec attention; je remarquai qu'ils étaient troués précisément aux différents points par lesquels ils touchaient les parois et le fond de la cuve, tandis que les autres parties étaient restées parfaitement intactes : je vis en outre que les anfractuosités de ces ouvertures étaient recouvertes d'une couche d'une poudre blanche, que je m'assurai être du carbonate de plomb.

Dans le même moment, on me présenta des tissus qu'on avait lessivés après une immersion dans du chlore préparé avec cet appareil, et qui, entrés blancs dans la lessive, en étaient sortis avec une teinte noirâtre très-prononcée : c'était une couche de sulfure de plomb. Ce dernier phéno-

mène me conduisit à la découverte de la cause du premier : je reconnus qu'aux points de contact des tubes de plomb et de la pierre calcaire, ces deux corps se constituaient dans un état opposé d'électricité, en sorte qu'il en résultait une véritable pile. L'acide carbonique qui passe le premier lors de la réaction de l'acide hydro-chlorique sur le carbonate calcaire du manganèse, peut-être aussi un peu de ce dernier acide entraîné par le courant de gaz, suffisaient pour donner à l'eau de la cuve toutes les propriétés du liquide excitateur d'une pile voltaïque ordinaire. L'élément plomb s'oxidait aux dépens de l'oxygène de l'eau qui était décomposée, tandis que l'hydrogène de cette même eau s'unissait au chlore qui arrivait dans le liquide, et formait ainsi de l'acide hydrochlorique qui agissait comme celui apporté mécaniquement. A l'état d'oxide, le plomb s'unissait au gaz acide carbonique dissous dans l'eau, pour former un carbonate de plomb insoluble.

Lors de l'immersion des tissus dans cette dissolution, le carbonate alcalin s'était déposé dans leur intérieur et à leur surface; les lavages ayant ensuite été faits négligemment, ne l'avaient point enlevé. L'on avait lessivé ces tissus avec des cassoudes contenant beaucoup de sulfure de potasse et de chaux; ces sulfures avaient décomposé le carbonate de plomb; d'où était résulté, d'une part du carbonate de potasse ou de chaux, et de l'autre du sulfure de plomb d'une teinte gris d'ardoise, qui était resté sur les tissus.

Cet effet s'était également produit sur des tissus

qu'on avait passés à l'acide sulfurique après leur immersion dans le chlore : dans ce cas, le carbonate de plomb était successivement transformé en sulfate et en sulfure.

On aurait évité tous ces inconvénients en recouvrant les parois et le fond de la cuve, et les surfaces du serpentin, d'une couche de mastic. On verra, par cet exemple, combien cette précaution est nécessaire.

L'hydro-chlorate de manganèse, qui se forme lorsqu'on prépare le chlore par l'acide hydro-chlorique, n'a pas encore trouvé d'emploi; aussi le jette-t-on presque toujours : on a cependant proposé dans quelques établissements d'en retirer l'acide hydro-chlorique, en le transformant en sulfate de manganèse. Cette opération est très-facile : il suffit, lorsque le dégagement du gaz touche à sa fin, de verser dans le vase distillatoire une partie d'acide sulfurique en poids sur deux d'acide hydro-chlorique, que l'on sait entrer dans la composition de l'hydro-chlorate. Pour savoir actuellement si cette opération est avantageuse, on n'aura qu'à comparer les prix respectifs des deux acides. Si l'acide hydro-chlorique coûte moins que la moitié de l'acide sulfurique, cette substitution serait passive, car l'acide sulfurique à 66° équivaut au double de son poids d'acide hydro-chlorique à 22° (1).

(1) On concevra facilement que dans le cas où l'on opérerait cette substitution d'un acide à un autre, il faudrait avoir égard dans les proportions d'oxide de manganèse à produire le chlore, à cette quantité d'acide hydro-chlorique à décomposer.

DES CHLORURES.

Les chlorures que l'on prépare dans les arts, pour servir aux opérations du blanchiment, sont ceux de potasse, de soude, de magnésie, et surtout celui de chaux. On obtient ces chlorures, soit en faisant passer un courant de chlore dans la dissolution d'une de ces bases, lorsqu'elles sont solubles; soit, comme pour la chaux, en la combinant à l'état d'hydrate, mais sèche.

Lors des premières applications du chlore au blanchiment, diverses personnes, Berthollet lui-même, voulant se garantir des émanations incommodes de ce gaz, imaginèrent d'ajouter à l'eau qui devait servir à le dissoudre, des substances alcalines, telles que la potasse, la soude. Ils réussirent bien par-là à se débarrasser de l'odeur, et même à accroître le pouvoir dissolvant du liquide; mais on ne tarda pas à s'apercevoir que la force décolorante de la liqueur n'était pas proportionnelle à la quantité de gaz qu'elle avait absorbée, en sorte qu'il en résultait une perte considérable. On reconnut que dans certains cas le chlore se combinait avec l'alcali, et formait des composés qui n'avaient aucune action sur les matières colorantes. Les idées fausses que l'on se faisait de la nature du chlore furent cause qu'on apprécia mal les circonstances dans lesquelles les différents phénomènes se produisaient; on vit seulement que la perte du chlore était d'autant plus grande que la dissolution alcaline était plus

concentrée. A défaut de moyens propres à prévenir cette perte, on renonça dans les grands établissements à l'emploi des chlorures alcalins, et l'on ne continua guère à fabriquer ceux de potasse et de soude qu'à Paris, où ils sont connus sous le nom d'*eau de Javelle*, lieu où on les a préparés pour la première fois.

Dans ces dernières années, la nature du chlore ayant été mieux connue, et son action sur les différents corps étudiée avec plus de soin, on a vu que le chlore, mis en contact avec les alcalis en dissolution, se combinait d'abord avec eux, d'où résultaient des chlorures d'oxides, mais que la force de solubilité, lorsque ces chlorures sont très-solubles, tels que ceux de potasse et de soude, les faisait se décomposer en s'appropriant les éléments de l'eau pour former un hydrochlorate et un chlorate, combinaisons qui ne jouissent pas de la propriété de détruire les matières colorantes. Or, cette force agit avec d'autant plus d'intensité que la dissolution est plus chargée d'alcali; en sorte qu'on peut toujours obtenir des chlorures lorsqu'on opère sur des masses de liquide peu concentré. La connaissance précise des circonstances qui faisaient varier les résultats que l'on obtenait, échappa à Berthollet; aussi rejeta-t-il l'emploi des chlorures.

La combinaison du chlore avec la chaux (le chlorure de chaux) étant beaucoup plus stable que celle qu'il contracte avec les autres alcalis, ce chlorure n'ayant pas l'inconvénient de déterminer la décomposition de l'eau, et présentant

sur les autres l'avantage d'être à bon marché, est celui que l'on prépare en plus grande quantité pour les besoins des arts.

La chaux entièrement sèche ne se combine pas avec le chlore, mais à l'état d'hydrate, c'est-à-dire chargée de toute l'eau qu'elle peut prendre pour se déliter et se réduire en poudre; elle l'absorbe au contraire avec rapidité. Dans l'acte de cette combinaison, il y a un développement considérable de chaleur. Si l'on opère sur des quantités un peu grandes de matières, et que la combinaison s'effectue dans un espace assez resserré, la chaleur peut même être telle, qu'elle déterminera la décomposition d'une portion du chlorure déja formé; il se dégagera de l'oxygène, et il y aura production d'hydro-chlorate de chaux. Une des premières conditions à laquelle on doive satisfaire dans la préparation du chlorure de chaux, est donc de ne présenter la chaux au chlore que sous de très-grandes surfaces à-la-fois. On a imaginé différents appareils propres à remplir ce but : un des plus ingénieux est celui qu'on a fait construire à Jouy : il consiste en un tambour ou cylindre dans lequel on place la chaux, garni intérieurement de rayons de bois étroits et minces, tournant autour d'un axe creux, à travers lequel le chlore est introduit dans le cylindre; par l'effet de cette agitation, les surfaces sont continuellement renouvelées, et la chaux, exposée en entier à l'action du chlore, se trouve uniformément saturée.

Ce moyen, qui peut suffire à la fabrication du

chlorure consommé dans une seule fabrique, présenterait beaucoup de difficultés si l'on voulait établir l'appareil sur une grande échelle. En Angleterre, où la consommation du chlorure de chaux est très-considérable, on s'est d'abord servi de grands vases hémisphériques en plomb, dont la partie supérieure portait un collet, que traversait l'axe d'un moulinet ou agitateur, au moyen duquel on pouvait sans cesse renouveler les surfaces de la chaux enfermée dans l'intérieur de ces vases. On y introduisait le gaz par un tube qui traversait la paroi latérale du vase; on n'évitait pas entièrement, dans cet appareil, la décomposition d'une partie du chlorure par l'effet de l'élévation de la température.

A Glasgow, on opère la combinaison du chlore avec la chaux dans de grandes chambres de huit à neuf pieds de hauteur, construites en pierres siliceuses dont les joints sont lutés avec un mastic composé de parties égales de poix, de résine et de plâtre sec. A l'une des extrémités d'une pareille chambre on pratique une porte qui peut se fermer hermétiquement, en l'entourant de lisières qu'on recouvre d'argile. Une fenêtre ménagée sur chaque côté de la chambre permet à l'opérateur de juger, d'après la couleur du gaz qui remplit la chambre, comment marche l'absorption, et lui donne assez de jour pour faire dans l'intérieur, au commencement de l'opération, les arrangements nécessaires. Une grande soupape à eau est placée à la partie supérieure de la chambre; elle s'ouvre, ainsi que la porte, au moyen de cordes passant

sur des poulies, afin que l'ouvrier ne soit pas exposé à respirer du gaz en les ouvrant. L'intérieur de la chambre est rempli de tablettes de bois de six à huit pieds de longueur, de deux de largeur et d'un pouce de profondeur, que l'on charge de chaux éteinte et en poudre. Ces tablettes sont rangées dans la chambre les unes au-dessus des autres, et séparées entre elles d'un pouce par des traverses de bois, afin que le chlore puisse circuler librement sur la surface de la chaux. Le chlore est porté dans la chambre par un large tube de plomb qui y pénètre par la partie supérieure, afin que le gaz se distribue plus uniformément dans toutes les parties de l'appareil. *Voy.* pl. 1, fig. 1 et 2.

Il faut ordinairement quatre jours pour faire un bon chlorure de chaux : en y mettant moins de temps, on courrait le risque d'élever trop la température de la chambre, et de décomposer une partie du chlorure qui se serait primitivement formé. Mais les manufacturiers habiles emploient un procédé alternatif: ils commencent par empiler un certain nombre de tablettes, en laissant un espace vide entre deux, dans chaque colonne; au bout de deux jours, lorsque le dégagement du chlore a cessé, on ouvre la chambre; deux heures après, l'ouvrier y entre pour placer dans les cases vides des tablettes couvertes de chaux; et en même temps il retourne le chlorure à moitié formé des premières. La porte est alors refermée, on fait arriver de nouveau du chlore dans la chambre, et au bout de deux jours, on l'ouvre pour retirer les premières tablettes, qui sont maintenant satu-

rées de chlore; on les remplace par d'autres tablettes chargées de chaux récemment éteinte, et on retourne le chlorure des autres, et ainsi de suite.

Les appareils pour la production du chlore dans la préparation du chlorure de chaux sont en tout semblables à ceux dont on fait usage quand on a l'intention de le faire dissoudre, si ce n'est que la cuve à eau se trouve remplacée, comme on vient de le voir, par une chambre.

Il est cependant une partie de cet appareil que l'on pourrait changer, non seulement sans inconvénient, mais encore avec avantage; c'est le vase intermédiaire dans lequel a lieu le lavage du gaz. Je voudrais que ce lavage se fît à *sec*, afin qu'aucune humidité ne fût portée dans la chambre, et que l'acide même, emporté hors du vase distillatoire par le courant de gaz, se trouvât décomposé en chemin. Pour cela, il suffirait de remplacer le flacon de Woulf par un vase en verre ou même en bois, dont on mastiquerait l'intérieur, et que l'on remplirait de manganèse en fragments gros comme le poing; les tubes partant des vases distillatoires, et par lesquels se dégage le gaz, pénétreraient dans l'intérieur de ce vase, à quatre à six pouces au-dessus de son fond; à la partie supérieure serait un gros tube de plomb, dont la section serait égale à celle de tous les autres, et qui porterait le gaz dans la chambre. Pour arriver à ce tube, le gaz serait donc obligé de traverser une couche plus ou moins épaisse de manganèse, l'acide hydro-chlorique entraîné, se trouvant en

contact avec cet oxide, serait décomposé; d'où résulterait de l'eau, qui tomberait à la partie inférieure du vase, d'où elle s'écoulerait par un tube dont l'extrémité inférieure plongerait dans un baquet d'eau. Pour favoriser cette décomposition, peut-être devrait-on faire arriver dans le vase qui contiendrait le manganèse un petit courant de vapeur, ce qui serait très-facile au moyen d'un vase quelconque renfermant de l'eau, placé sur le fourneau même qui supporte les appareils à produire le chlore (1). *Voy.* pl. 1, fig. 1 et 2.

L'action énergique du chlore sur l'économie animale fait qu'il est de la plus grande importance, pour les ouvriers chargés de sa préparation, de s'en garantir : le moyen le plus simple pour y parvenir, est de luter très-exactement toutes les jointures. Une précaution qu'on ne doit pas négliger est d'avoir constamment sous la main un flacon dans lequel sera de l'ammoniaque liquide, que l'on tiendra ouvert si les pertes de gaz dans l'intérieur de l'atelier étaient assez grandes pour incommoder. On pourra aussi très-facilement, au moyen de l'ammoniaque, découvrir les fissures par lesquelles s'échapperait le gaz; il suffit de promener le bouchon du flacon qui la contient à l'entour des luts : s'ils joignent mal, il se manifestera autour du bouchon une vapeur blanche, due à la combinaison du chlore avec le gaz ammoniaque.

Le moyen le plus simple de remédier aux in-

---

(1) Voyez pour la théorie, pag. 135.

convénients qui résultent de la respiration du chlore, est de boire du lait et de continuer, pendant quelque temps, l'usage des boissons émollientes et mucilagineuses.

On a déja vu que par sa combinaison avec les oxides alcalins, surtout la chaux, le chlore acquiert plus de fixité : on pourrait croire que, le chlorure une fois dissous, cette force d'affinité serait détruite, du moins en partie; il n'en est pas ainsi cependant. Suivant M. Grouvelle, une dissolution de chlorure de chaux, soumise à une longue ébullition, ne s'altère pas sensiblement; car elle peut décolorer la même quantité d'indigo, même après avoir été évaporée à siccité, sans être toutefois desséchée : pendant l'évaporation, on sent une légère odeur de chlore (1). Cette propriété du chlore en combinaison avec la chaux, de résister à la chaleur de l'eau bouillante, me semble pouvoir être utilisée dans quelques circonstances.

Abandonnée au contact de l'air, la dissolution de chlorure se décompose peu à peu : une partie de la chaux se combine avec l'acide carbonique contenu dans l'air, et le chlore mis en liberté se dégage. On peut retarder cette décomposition du chlorure en entretenant constamment un excès de chaux dans sa dissolution; l'acide carbonique saturera d'abord la portion de chaux qui n'est point en combinaison, et la décomposition du chlorure ne commencera que lorsque cette chaux aura passé en totalité à l'état de carbonate.

---

(1) *Annales de chimie et de physique*, tom. XVII, pag. 37.

Pour se combiner avec le chlore, la chaux, ainsi que je l'ai dit ci-dessus, doit être à l'état d'hydrate. D'après M. Welter, la combinaison saturée du chlore avec l'hydrate de chaux est un sous-chlorure, c'est-à-dire un composé dans lequel la chaux n'est unie qu'à la moitié du chlore dont elle peut se charger.

En délayant ce composé dans l'eau, il se fait un partage : une moitié de la chaux abandonne son chlore et se précipite, ce n'est plus que de l'hydrate de chaux; l'autre moitié, combinée alors avec la totalité du chlore, se trouve transformée en chlorure neutre soluble, qui reste en dissolution.

Le sous-chlorure, toujours d'après M. Welter, est composé de

1	proportion	de chlore.........	44.10
2	—	d'eau 2 × 11.32...	22.64
2	—	de chaux 2 × 35.46.	70.92
			137.66 (1)

(1) *Annales de chimie et de physique*, tom. VII, pag. 383. Dans un mémoire que j'aurai bientôt l'occasion de citer, sur un moyen de faire l'*Essai du chlorure de chaux*, inséré dans le tom. XXVI, pag. 162 et suiv. des *Annales de chimie et de physique*, M. Gay-Lussac donne les nombres suivants pour les poids des nombres proportionnels :

2	Proportions	de chaux = 2 × 35, 603 =	71, 206 ;
2	—	d'eau = 2 × 11, 2435 =	22, 487 ;
1	—	de chlore = ...	44, 2653 ,
			137, 9583

Chlorures de potasse, de soude, de magnésie.

On a déja vu qu'une fausse appréciation des phénomènes qui accompagnent la combinaison du chlore avec les oxides alcalins, avait fait renoncer à l'emploi de ces chlorures, qui cependant dans certains cas présentent des avantages réels, même sur celui de chaux.

Il paraît qu'en Écosse et en Angleterre on tire un grand parti de l'emploi de ces chlorures dans la fabrication des toiles peintes, surtout lorsqu'il s'agit d'avoir des blancs sur des fonds garancés; ils sont de plus sans action sur certaines couleurs, et un blanchisseur habile pourrait facilement, en s'assurant par quelques essais des circonstances dans lesquelles il doit les faire agir, trouver le moyen de blanchir des étoffes ornées de dessins, sans endommager ceux-ci.

Les chlorures de potasse, de soude, etc., ne peuvent pas, comme celui de chaux, s'obtenir à l'état sec; c'est toujours en dissolvant ces alcalis, et faisant arriver un courant de chlore dans la dissolution, qu'on les prépare. Mais la force de solubilité de ces chlorures est, ainsi que je l'ai dit précédemment, dans le cas de déterminer la rupture des éléments de l'eau qui s'unissent au chlore; savoir l'oxygène pour le convertir en acide chlorique, et l'hydrogène en acide hydro-chlorique, qui, se combinant l'un et l'autre avec l'alcali du chlorure décomposé, donnent lieu, le premier à

un chlorate, le second à un hydro-chlorate, tous les deux sans action sur les couleurs.

Cette force de solubilité agissant avec d'autant plus d'intensité que les dissolutions sont plus concentrées, on peut en prévenir en partie l'effet en ne se servant que de dissolutions très-étendues; par exemple, en employant 125 grammes au plus de potasse ou de soude par litre d'eau.

Un moyen plus facile de se procurer ces sortes de chlorures, sans perte de chlore, consisterait à les obtenir par la voie des doubles décompositions (1).

Pour cela, on prendra d'une part une dissolution de

Sulfate de magnésie,
Sulfate ou carbonate de soude,
Sulfate ou carbonate de potasse,

suivant l'espèce de chlorure qu'on voudra se procurer on aura également préparé une dissolution de chlorure de chaux. On versera celle-ci dans la première; il se produira immédiatement une double décomposition, c'est-à-dire que les alcalis feront un échange des corps avec lesquels ils sont combinés; l'acide sulfurique ou l'acide carbonique de la base employée se portera sur la chaux du chlorure, en donnant lieu à un sulfate ou carbonate de chaux insoluble qui se précipitera, tandis que le chlore mis à nu se combinant avec l'alcali également libre, formera un nouveau chlorure. Il

(1) Voyez ci-dessus au chapitre des *Caractères distinctifs et propriétés chimiques des alcalis*, pag. 85, 86 et les notes.

faudra ajouter de la dissolution du chlorure dans celle du sulfate ou carbonate, jusqu'à ce que la liqueur ne soit plus troublée, parce qu'alors ce dernier sel sera décomposé en totalité. On pourrait aussi se dispenser de préparer une dissolution de chlorure de chaux, et jeter celui-ci en poudre dans la dissolution alcaline; quelques tâtonnements indiqueront les proportions respectives à employer des deux substances.

M. H. Davy a fait des expériences avec la dissolution de chlorure de chaux qui reste à la fin du procédé ordinaire du blanchiment, et il a trouvé qu'en y faisant bouillir une étoffe elle s'affaiblissait beaucoup; il attribue cet effet à l'action de l'hydro-chlorate de chaux qui a dû se former par la transformation du chlore en acide hydro-chlorique en s'emparant de l'hydrogène de la matière colorante. La même expérience, faite avec le résidu d'une dissolution de chlorure de magnésie, n'a pas présenté le même résultat; la toile n'a nullement été altérée : il en conclut que l'hydro-chlorate de magnésie n'exerce pas d'action sur les étoffes.

ESSAIS CHLOROMÉTRIQUES.

Plusieurs procédés ont été proposés pour déterminer la quantité de chlore en combinaison, soit avec l'eau, soit avec une base quelconque. Dans les arts, où l'on a surtout besoin que les essais se fassent avec promptitude, on a jusqu'ici accordé la préférence au procédé indiqué depuis

long-temps par M. Descroizilles, fondé sur la propriété dont jouit le chlore de détruire la couleur de l'indigo. Voici en quoi consiste ce procédé, et la manière de l'exécuter:

La première chose à faire est de préparer une dissolution d'indigo ou liqueur d'épreuve, d'une force connue, afin que les essais soient comparables entre eux. On prend pour cela une partie d'indigo flore bien pulvérisé, que l'on fait dissoudre dans neuf parties en poids d'acide sulfurique concentré à 66°; pour faciliter l'action de l'acide, on tient le mélange dans un vase de verre à la chaleur du bain marie, jusqu'à ce que la dissolution soit complète; on l'étend ensuite de 990 parties d'eau.

La quantité de cette liqueur d'épreuve, qu'un volume donné d'une dissolution de chlore ou d'un chlorure décolorera, exprimera la force de cette dissolution, et par conséquent la proportion de chlore qu'elle contient. Cette détermination s'opère facilement dans un tube gradué, c'est-à-dire portant sur sa hauteur des divisions d'égale capacité. S'agit-il d'essayer une dissolution de chlorure ou de chlore, on en verse dans le tube d'épreuve, de manière à remplir la première division; on ajoute ensuite peu à peu de la liqueur d'épreuve, aussi long-temps que la couleur est détruite, et remplacée par une teinte jaune verdâtre; on s'arrête lorsque la nuance bleue subsiste. On lit alors le nombre de divisions remplies de liquide; on en déduit la première, qui contenait la dissolution de chlore; et, suivant

le nombre de ces divisions, on dit qu'elle marque 1, 2, 3, 4 degrés, c'est-à-dire qu'elle décolore une, deux, trois, quatre fois son volume de liqueur bleue préparée ainsi qu'il a été indiqué.

Quelquefois on fait l'essai d'une manière inverse; c'est alors la liqueur d'épreuve que l'on met en premier lieu dans le tube, et la dissolution de chlore que l'on verse par-dessus. Ces deux manières peuvent servir du reste à vérifier l'une par l'autre l'exactitude de l'essai.

Le pouvoir décolorant du chlore relativement à l'indigo, ce dernier étant parfaitement pur, est dans le rapport en poids de 100 du premier à 226 du second.

Quoique ce moyen de déterminer le titre d'une dissolution de chlore soit presque universellement employé, on a, dans ces derniers temps, élevé quelques doutes sur son exactitude, surtout par rapport au chlorure. On a remarqué en effet que, dans des circonstances absolument semblables, le chlorure de chaux décolore une quantité de la liqueur d'épreuve proportionnelle à la quantité de chlore qu'il contient, mais qu'en les faisant varier on obtient des résultats dans lesquels ces quantités n'ont plus de relation. Ainsi, en versant le chlorure dans l'indigo, et en ne faisant pas l'opération très-rapidement, il faut beaucoup moins de chlorure pour produire la décoloration, que si l'on fait l'opération d'une manière inverse. On obtient le minimum de dissolution d'indigo que le chlore peut décolorer, en versant très-lentement l'indigo dans le chlorure, et le maximum

en versant aussi très-lentement le chlorure dans l'indigo. On a attribué ces effets différents à l'action qu'exercerait l'acide sulfurique de la liqueur d'épreuve sur le chlorure, en en dégageant le chlore dans des circonstances plus ou moins favorables.

Quoi qu'il en soit, on voit qu'il n'est pas indifférent de verser l'une des dissolutions dans l'autre, ou même, n'importe celle des deux manières qu'on adopte, de faire peu à peu ou rapidement le mélange; car des essais ne peuvent être comparables entre eux qu'autant qu'on les fait dans des circonstances absolument semblables.

Le meilleur procédé à suivre, lorsqu'on veut opérer avec exactitude, est de s'assurer, par quelques essais préparatoires, à peu près de la quantité de liqueur d'épreuve que la dissolution de chlore ou de chlorure peut décolorer; de prendre ensuite des quantités pareilles de ces deux dissolutions dans des vases séparés, et de les verser simultanément dans un troisième vase. Si la première expérience a été bien faite, il n'y aura dans la seconde excès ni de chlore, ni d'indigo. L'excès d'indigo se reconnaît à la couleur, qui n'est pas complètement détruite; et l'on s'aperçoit que le chlore prédomine, lorsqu'en ajoutant goutte à goutte de la liqueur d'épreuve, la couleur est rapidement détruite: si au contraire la teinte bleue persiste, ou ne disparaît que lentement, on aura atteint le point de saturation réciproque des deux substances.

Si l'indigo du commerce était pur, ou si du moins on l'avait constamment d'une même qua-

lité, la quantité de dissolution qu'on emploierait dans chaque essai donnerait le titre relatif du chlorure; mais comme sa qualité est au contraire très-variable, les résultats des essais avec des indigos différents ne sont plus comparables. Pour obvier à cet inconvénient, M. Welter a imaginé de prendre pour unité de force décolorante celle d'un litre de chlore pur, sans humidité, sous la pression de o m. 76 et à la température de o°. Ce volume de gaz étant dissous dans une quantité déterminée d'eau, un litre, il a préparé une dissolution d'indigo dans l'acide sulfurique qu'il a étendu d'eau, de manière que l'indigo en faisait à peu près $\frac{1}{1000}$. S'étant ensuite assuré de la quantité de cette dissolution, que décolorait son litre de chlore, il déterminait facilement la proportion de chlore qui se trouvait en dissolution dans un liquide, en comparant la quantité de liqueur d'épreuve décolorée par un titre de cette dissolution avec celle qu'il avait obtenue au moyen de l'unité qu'il avait prise pour terme de comparaison(1).

Ce procédé pour mesurer la force du chlore, a été perfectionné par M. Gay-Lussac, qui a de plus imaginé un appareil fort ingénieux, auquel il a donné le nom de *chloromètre*, pour rendre cet essai facile. Ce qui va suivre sera extrait presque en totalité du Mémoire qu'il a publié à ce sujet, et

---

(1) *Annales de chimie et de physique*, tom. VII, pag. 383 et suivantes.

qui a été inséré dans le tome XXVI des *Annales de chimie et de physique*.

A l'exemple de M. Welter, M. Gay-Lussac a pris pour unité de force décolorante celle d'un litre de chlore pur, sans humidité, sous la pression de 0 m. 76 et à la température de 0°. La teinture d'épreuve se prépare en prenant une quantité déterminée d'un indigo quelconque, mais des meilleurs du commerce, qu'après avoir passé au tamis de soie, l'on fait dissoudre dans un matras de verre par neuf fois son poids d'acide sulfurique, en le tenant pendant 6 à 8 heures au bain marie, à la température de l'eau bouillante. Ainsi préparée, on étend une partie de cette dissolution d'indigo d'une quantité d'eau telle qu'un volume de chlore en décolore exactement dix fois ce même volume; ce sera alors la teinture d'épreuve. Chaque volume de teinture d'épreuve a reçu le nom de *degré*, et chaque degré est encore divisé en dix parties; de sorte que le pouvoir décolorant du chlore est donné en centièmes. Ainsi, en prenant un poids de 10 grammes de chlorure de chaux et le dissolvant dans l'eau, de manière à former un litre de liquide, le nombre de volumes d'indigo ou degrés détruits par un volume de la dissolution de chlorure, indiquera le nombre de dixièmes de litre de chlore que celle-ci contient. Par conséquent, un kilogramme de chlorure de chaux dont le titre aurait été ainsi déterminé, et serait, par exemple, de 7° 6 ou 76 centièmes, contiendrait 76 litres de chlore. Chaque degré vaut donc 10 litres par kilogramme de chlorure, et chaque

dixième un litre. En supposant le sous-chlorure de chaux parfaitement pur et formé comme on l'a vu ci-dessus, il contiendrait par kilogramme 101 lit. 21 de chlore.

On obtient en général une plus grande précision avec une dissolution faible, marquant par exemple 4 à 5 degrés, qu'avec une dissolution très-concentrée. Si donc, après un premier essai, on trouvait que le chlorure dépassât de beaucoup 10°, on ajouterait à sa dissolution un volume connu d'eau, par exemple deux fois celui de sa dissolution; on en ferait ensuite l'essai, et on triplerait le nombre de degrés trouvé pour avoir le véritable titre du chlorure.

Avant de passer à la description de l'instrument au moyen duquel se fait l'essai d'une dissolution quelconque de chlore, il est nécessaire de donner quelques instructions sur la manière de préparer la dissolution du litre de chlore qui doit servir d'unité de force décolorante pour titrer la teinture d'épreuve.

Pour préparer cette dissolution, M. Welter remplit de chlore un flacon de $\frac{1}{2}$ litre, en y faisant passer un courant de ce gaz; il le plonge ensuite bouché, le goulot renversé, dans de l'eau à 0°, et le débouche un instant pour le mettre en équilibre avec la pression extérieure, qui doit être égale à 0 m. 76 : cela fait, il l'enfonce profondément et retire le bouchon. La pression y fait entrer un peu d'eau; il remet le bouchon, et agite le flacon pour que l'eau qui s'y est introduite se charge de chlore. En continuant ainsi d'agiter et

de déboucher de temps en temps sous l'eau, le gaz finit par être absorbé en totalité; le flacon est alors rempli par de l'eau qui tient évidemment en dissolution son volume de chlore (1).

M. Gay-Lussac, considérant que le peroxide de manganèse pur est formé de

Manganèse.............	3 gr. 5578
Oxygène.............	2 . 0000
	5 . 5578

et peut produire 4 gr. 5265 de chlore ou 1 lit. 3963 à la température de 0°, et sous la pression de 0 m. 76; par conséquent, que 1 kilog. en produirait 251 lit. 23, ou que 3 gr. 980 fourniraient un litre de chlore, conseille de prendre, pour préparer un liquide contenant un litre de chlore, cette dernière quantité, 3 gr. 980 de peroxide de manganèse cristallisé en belles aiguilles, de le traiter par l'acide hydro-chlorique, et de recevoir le chlore dans un lait de chaux, dont on ramènera le volume à un litre après l'opération, en y ajoutant une quantité d'eau convenable. Vers la fin de l'opération, on fera bouillir l'acide hydrochlorique, pour chasser le chlore des vaisseaux, et le faire passer en totalité dans le lait de chaux.

(1) Si l'on n'avait pas pris la précaution de dessécher le chlore avant de l'introduire dans le flacon, ou si l'on opérait avec de l'eau qui ne fût pas à 0°, ou encore que la pression atmosphérique fût moindre ou supérieure à 0 m. 76, il faudrait tenir compte de ces différentes circonstances, et faire les corrections convenables pour ramener le gaz au volume qu'il aurait à la température, à la pression indiquées.

Ces deux procédés sont également bons; le dernier, lorsqu'on peut se procurer du manganèse bien pur, est réellement d'une exécution plus facile. Je ferai remarquer en outre qu'il peut servir à faire reconnaître la richesse d'un minerai de manganèse quelconque.

En effet, 3 gr. 980 de peroxide de manganèse pur produisent 1 litre de chlore, décolorant dix fois son volume de teinture d'épreuve préparée ainsi qu'il a été dit ci-dessus. Le nombre de volumes ou de degrés de teinture que décolorera le chlore fourni par un poids égal d'un manganèse, en déterminera la valeur relative ou le titre.

La teinture d'épreuve étant décolorée peu à peu par la lumière, on doit la conserver à l'abri de son contact. On y parvient facilement en la mettant dans des cruches de grès; mais pour l'usage du chloromètre, on peut se servir d'un flacon de verre d'un demi-litre, en ayant toutefois l'attention de ne pas l'exposer aux rayons directs du soleil : le mieux sera de l'enfermer dans une armoire.

Il reste actuellement à donner la description du chloromètre et des accessoires qui l'accompagnent, comme aussi celle de la manière de procéder dans l'essai du chlorure de chaux; les voici l'une et l'autre, telles que l'auteur les a données dans le Mémoire déja cité. *Voy.* la pl. 2.

« A. Petite balance.

« B. Poids de 5 grammes.

« C. Mortier pour pulvériser le chlorure de « chaux. En faisant cette opération, on est assuré

« que l'essai a plus d'exactitude, parce qu'il y a
« souvent dans le chlorure des grumeaux qui ne
« se dissolvent que lentement.

« D. Cloche à pied, contenant demi-litre jus-
« qu'au trait *m*, terminé par deux flèches en re-
« gard. C'est la surface de l'eau qu'on doit faire
« coïncider avec ce trait, et non son bord supé-
« rieur, qu'on a indiqué dans la figure par une
« ligne ponctuée.

« La cloche doit être posée sur une table hori-
« zontale.

« E. Agitateur pour remuer la dissolution du
« chlorure et la rendre homogène; on l'enfonce et
« on le soulève alternativement dans le liquide,
« sans l'en faire sortir.

« F. Petite mesure ou pipette de $2\frac{1}{2}$ centimètres
« cubes, constante dans le chloromètre dont il
« est question: elle est destinée à mesurer la dis-
« solution de chlorure de chaux. Pour remplir
« cette pipette, on l'enfonce dans le chlorure jus-
« qu'au trait circulaire *n* qui termine sa capacité,
« ou on y fait monter le chlorure par succion:
« quand elle est remplie, on pose l'index, qui ne
« doit être ni trop humide ni trop sec, sur son ori-
« fice supérieur; on la sort du liquide, et on ap-
« puie son extrémité inférieure sur le bord de la
« cloche à pied, comme on le voit en G., ou contre
« le doigt. En ménageant convenablement la pres-
« sion, et en imprimant à la tige de la pipette un
« léger mouvement circulaire alternatif entre les
« doigts, le liquide descend lentement; et quand le
« bas de la courbe concave qui le termine est dans le

« plan du petit trait circulaire, on arrête aussi-
« tôt l'écoulement en exerçant une plus forte pres-
« sion, et on vide la pipette dans le grand verre à
« boire H (1).

« H. Grand verre à boire destiné au mélange de
« la teinture d'épreuve d'indigo avec le chlorure.

« Il doit être placé sur une feuille de papier
« blanc, parce qu'il est plus facile d'apprécier les
« changements de couleur qu'éprouve l'indigo en
« se décolorant par le chlore.

« I. Burette destinée à mesurer la teinture d'é-
« preuve. Chaque grande division ou degré est
« d'une capacité égale à celle de la petite pi-
« pette F. Le degré est divisé en 5 parties, ce qui
« a paru suffisant pour la pratique ; mais pour le
« calcul, on transformera les cinquièmes en dixiè-
« mes. On remplit la burette de teinture d'épreuve
« jusqu'au degré o, et cela est très-facile; on y
« met un peu plus de teinture qu'il n'en faut, et
« on fait écouler l'excédent goutte à goutte par le
« bec, dont l'extrémité doit être recouverte d'une
« légère couche de cire ou de suif, pour mieux
« déterminer l'écoulement par gouttes.

« K. Tube gradué de la même manière que la
« burette, mais en sens inverse. Il est destiné à
« contenir la teinture d'épreuve qu'on doit verser
« brusquement dans celle du chlorure. Pour ob-
« tenir commodément le volume de teinture que

(1) Quand la pipette sera devenue opaque, on lui rendra sa transparence en la trempant dans l'acide hydro-chlorique ou dans du vinaigre.

« l'on désire, on se sert du tube L, effilé à son « extrémité inférieure; on enlève l'excédant de la « teinture en y enfonçant le tube plus ou moins, « et pressant avec l'index sur l'orifice supérieur « avant de l'en retirer; on ajoute ce qui manque « en puisant de la même manière avec le tube « dans le flacon renfermant la teinture d'indigo (1). »

Voici la manière de faire l'essai du chlore, telle que l'indique l'auteur du chloromètre :

« Prenez dans la masse du chlorure à essayer « divers échantillons, que vous mêlerez pour avoir « sa qualité moyenne; pesez-en 5 grammes, « broyez-les dans le mortier avec assez d'eau pour « en faire une bouillie claire, puis délayez avec « une nouvelle quantité d'eau, et décantez dans « la cloche de demi-litre. Pour faire cette opéra- « tion sans perdre de liquide, appuyez le bord du « mortier contre le pilon, ainsi que le montre la « figure D; broyez de nouveau le résidu du chlo- « rure qui sera resté dans le mortier; délayez et « décantez, répétez ces mêmes opérations jusqu'à « ce que tout le chlorure soit broyé et qu'il n'en « reste plus dans le mortier. Rincez celui-ci, et « versez l'eau dans la cloche; complétez le volume « de demi-litre que doit avoir la dissolution du « chlorure, et agitez pour la rendre parfaitement « homogène; remplissez la burette de teinture d'é- « preuve jusqu'à 0, et versez-en de la burette « dans le verre H une quantité inférieure à celle

(1) *Annales de chimie et de physique*, tom. XXVI, pag. 169 et suiv.

« présumée devoir être décolorée par une me-
« sure de chlorure, par exemple 5°.

« Prenez une mesure de chlorure avec la pi-
« pette F, faites-la couler rapidement dans la
« teinture en soufflant dans le tube; pendant ce
« temps, agitez le mélange. Si la teinture était
« complètement décolorée, ajoutez-en sans retard
« de la burette une quantité suffisante pour ame-
« ner le liquide à une couleur légèrement ver-
« dâtre : la quantité de teinture manquant dans
« la burette sera la mesure du titre du chlorure,
« pourvu que la seconde portion de teinture ajou-
« tée soit peu considérable, et ne s'élève pas à
« 2 dixièmes de degrés.

« Mais cette seconde portion de teinture versée
« de la burette dans le chlorure est-elle plus
« grande que 3 dixièmes de degré, par exemple
« est-elle égale à 1° 2, il convient alors de re-
« commencer l'essai. Remplissez la burette de tein-
« ture, et versez-en dans le verre une quantité
« égale à celle qui a été décolorée dans l'essai pré-
« cédent, et même quelques centièmes de plus;
« achevez d'ailleurs l'opération comme il vient d'être
« dit. L'essai n'a atteint le dernier degré de pré-
« cision dont il est susceptible que lorsque la tein-
« ture d'épreuve prend immédiatement, lorsqu'on
« y met le chlorure, la teinte indiquée, sans qu'il
« soit nécessaire d'ajouter de nouvelle teinture
« de la burette.

« Par ces opérations successives, on approche
« aussi près qu'on veut du véritable titre du chlo-
« rure; néanmoins nous ne pensons pas qu'on

« puisse répondre de plus de $\frac{1}{50}$. Ces opérations « paraissent peut-être compliquées; mais nous re- « marquerons que chacune d'elles peut être exécu- « tée en deux ou trois minutes; que lorsqu'on con- « naîtra à peu près d'avance le titre du chlorure, « deux opérations seront suffisantes, et que, dans « les travaux courants d'une fabrique on n'aura « besoin que d'en faire une. Au reste, nous sup- « posons qu'il s'agisse de connaître exactement le « titre du chlorure de chaux pour en fixer la va- « leur, et dans ce cas on ne doit être avare ni de « temps ni de soins.

« Le même procédé s'applique immédiatement « à l'essai d'une dissolution de chlore dans l'eau. « Cependant il vaudra mieux commencer par ajou- « ter au chlore un peu de chaux vive en poudre « pour le convertir en chlorure. L'eau de Javelle, « qui est aussi un chlorure, est essayée absolu- « ment de la même manière.

« Le tube K, qui fait partie du chloromètre, « est destiné à faire l'essai du chlorure en versant « brusquement l'indigo dans le chlorure. Pour « cela, on cherche d'abord avec la burette com- « bien il faut de teinture pour saturer une me- « sure de chlorure.

« On recommence l'essai en mettant dans le « tube K une quantité de teinture égale à celle « qui vient d'être décolorée, et même un peu plus, « et on la verse rapidement dans une nouvelle me- « sure de chlorure : on complète ce qui manque « de teinture pour obtenir la couleur verdâtre, « et l'on recommence l'essai en mettant dans le

« tube une quantité de teinture égale à celle qui « a été décolorée dans l'essai précédent. La mar- « che de ce mode d'essai est exactement la même « que celle du premier; mais comme les résultats « en sont les mêmes, et qu'il exige de plus le « tube K et la pipette L, nous pensons qu'il ne « mérite pas la préférence (1). »

---

(1) *Annales de chimie et de physique*, mémoire déja cité, tom. 26, pag. 173 et suiv.

DU GRILLAGE.

En sortant du métier, la surface de la plupart des tissus est recouverte d'un duvet qui, si l'on ne parvenait pas à l'enlever, masquerait en partie leur éclat et leur finesse, et présenterait en outre dans plusieurs cas, comme lorsque les toiles doivent être imprimées, beaucoup d'autres inconvénients: c'est en grillant ce duvet qu'on réussit à le détruire complètement. Il ne sera pas inutile, avant de décrire cette opération, de rappeler quelques-uns des principes sur lesquels elle est fondée.

La fibre ligneuse, ainsi que le démontre l'expérience, est un très-mauvais conducteur du calorique, en sorte qu'en exposant un fil de matière végétale à l'action du feu, on obtient une scission nette; et l'inflammation qui a lieu d'abord, loin de se propager dans la longueur du fil, ne tarde pas à s'éteindre. C'est cette propriété non conductrice de la fibre végétale qu'on a mise à profit pour dépouiller de leur duvet la surface des tissus.

Il y a quelques étoffes qui doivent être grillées sur leurs deux surfaces, tandis que d'autres n'ont besoin de l'être que d'un seul côté : il me semble presque inutile de dire que, dans l'un et l'autre cas, le procédé et les appareils sont les mêmes.

L'appareil à griller les étoffes le plus générale-

ment en usage dans les blanchisseries se compose d'un fourneau à la suite duquel est un conduit rectangulaire qui se prolonge horizontalement et va déboucher dans une cheminée pour y porter les produits de la combustion.

La partie supérieure, ou la voûte de ce conduit, est formée par une plaque de fonte recourbée dans toute sa longueur, et présentant ainsi la figure d'une gouttière renversée, ou d'un demi-cylindre, contre laquelle vient frapper la flamme du foyer aussi long-temps que dure l'opération, afin de la maintenir au degré de chaleur nécessaire pour brûler le duvet de l'étoffe. Pour cela, après avoir porté la plaque au rouge, on fait passer dessus l'étoffe avec une vitesse telle que le duvet seul soit brûlé, sans que l'étoffe elle-même puisse être endommagée. On règle très-facilement la vitesse convenable pour atteindre ce but, à l'aide d'un treuil muni d'une manivelle qui sert à lui donner un mouvement de révolution, et sur lequel la toile vient s'enrouler : des treuils sont placés à cet effet sur chacun des deux côtés du fourneau.

Les *fig.* 3 et 4 de la *pl.* 2 représentent la machine à griller les étoffes ; la *fig.* 3 en indique une coupe latérale, et on en voit le plan *fig.* 4.

AA. Fourneau et conduit horizontal recouvert de la plaque de fonte.

B. Cheminée du fourneau.

c. Grille sur laquelle on dépose le combustible.

dd. Plaque en fonte, demi-cylindrique, sur laquelle doit s'effectuer le grillage.

y. Treuil ou rouleau sur lequel est enveloppée l'étoffe à griller.

z. Autre treuil au moyen duquel on fait passer l'étoffe sur la plaque. Ce second treuil est garni d'une manivelle qui sert à lui donner un mouvement de révolution, afin que l'étoffe vienne s'enrouler à sa surface.

Pour que l'étoffe puisse se griller d'un bout à l'autre, on cloue sur chaque treuil un morceau de toile de quelques aunes de long, dont on coud l'autre extrémité à la tête de la pièce d'étoffe à griller.

L'un des treuils étant garni et l'étoffe enroulée dessus, on amène le bout de la toile du treuil opposé jusqu'au premier, en la faisant passer pardessus la plaque, et on la réunit d'une façon quelconque avec la tête de l'étoffe. Pour que la toile ne touche pas la plaque pendant le temps que dure cette opération, la partie qui va d'un treuil à l'autre est soutenue en l'air au moyen de deux châssis ou cadres en fer, mobiles sur deux axes, placés aux jambages du bâtis qui porte les treuils. A l'instant où l'on veut commencer le grillage, les deux ouvriers qui sont à chacun des treuils lâchent la corde qui retenait les cadres soulevés; ceux-ci basculent par leur propre poids, la toile s'abaisse et appuie alors sur la plaque. Celui des ouvriers qui est placé au treuil sur lequel doit s'enrouler la toile, tourne aussitôt la manivelle et continue ce mouvement jusqu'à ce qu'on soit arrivé à la fin de l'étoffe; alors chaque ouvrier relève son cadre.

La chaleur enlevée par la toile qui passe sur la

plaque étant très-grande, il est nécessaire de porter celle-ci presque au rouge blanc ou tout au moins au rouge très-vif, et de la soutenir à cet état aussi long-temps que dure l'opération. L'habitude, mieux que toutes les indications que je pourrais donner, apprendra le point auquel on doit s'arrêter.

Quel que soit du reste le degré de chaleur que l'on donnera à la plaque, il est surtout essentiel que la vitesse avec laquelle on fera passer l'étoffe soit uniforme ; une marche inégale serait dans le cas de produire fréquemment des défectuosités sensibles, et par fois des altérations dans le tissu : mais cette vitesse une fois convenablement réglée, on peut voir sans crainte s'élever une fumée épaisse, mêlée d'étincelles et de flammes, répandant une odeur piquante et empyreumatique.

Quelques blanchisseurs ont cru trouver un avantage en suspendant au-dessus de la plaque une espèce de couvercle en tôle, ayant même forme et même longueur que celle-ci. Ce couvercle devait servir à concentrer davantage la chaleur, en faisant l'office de réflecteur; mais l'avantage qui a résulté de cette disposition s'est trouvé être si peu de chose, qu'on y a généralement renoncé.

Dans cette opération du grillage, ce n'est point une véritable combustion qui s'effectue, mais plutôt une décomposition de la substance végétale; les vapeurs acides et en même temps empyreumatiques sont là pour en faire foi : ce sont en effet les mêmes produits que l'on obtient lorsqu'on

soumet une matière végétale quelconque à l'action de la chaleur en vase clos. On concevra facilement qu'il n'en peut pas être autrement, si l'on se rappelle que pour qu'un corps brûle, il faut nécessairement le concours de l'air, ce qui n'a pas lieu dans le grillage du duvet qui recouvre les tissus, la toile, par sa juxta-position sur la plaque, empêchant tout contact de l'air avec sa surface chauffée ; et s'il arrive par fois que des fils s'enflamment, ce n'est qu'à leur sortie de dessus la plaque. Afin de prévenir les dommages qui pourraient résulter pour la toile de se trouver en contact avec ces fils en ignition, un ouvrier placé sur le devant du treuil, passe de temps en temps une éponge humide sur la toile qui s'enroule.

Les vapeurs d'acide acétique et d'huile empyreumatique qui se dégagent pendant tout le cours de l'opération, sont tellement abondantes, qu'elles incommoderaient beaucoup les ouvriers chargés du grillage, si l'on ne s'en débarrassait pas. A cet effet, on surmonte la plaque d'une espèce d'entonnoir renversé ou de hotte ; la partie supérieure de cette hotte porte un tuyau qui se rend dans la cheminée même du fourneau, et dans laquelle il s'élève de quelques pieds. Par l'effet de la raréfaction de l'air par la chaleur dans l'intérieur du tuyau, les vapeurs s'y précipitent et s'y trouvent ainsi entraînées par le courant dans la cheminée, et de là jetées ensuite dans l'atmosphère.

Il est utile de rechercher actuellement quels sont les éléments d'après lesquels on doit établir un fourneau pour un grillage, afin de ne pas res-

ter en dessous de la quantité de combustible qu'il est nécessaire de brûler pour porter la plaque à la chaleur convenable, et l'y entretenir pendant toute la durée de l'opération, ou d'autre part, ne pas outrepasser en pure perte cette même quantité.

Quoique le combustible avec lequel on chauffera la plaque puisse être indifféremment du bois ou de la houille, comme on donne plus communément la préférence à cette dernière espèce, c'est de celle-ci que je supposerai qu'on fait usage.

Calcul pour l'établissement d'un grillage à plaque.

Longueur de la plaque de fonte.. = 1 m. 787
Diamètre extérieur............. = 0 31
Diamètre intérieur............. = 0 245
Pesanteur spécifique de la fonte, celle de l'eau étant représentée par 1,000......................... = 6 86

Avec ces données, il est facile de trouver par le calcul quel doit être le poids d'une pareille plaque. Ici ce poids est égal à 175 kilog.; mais afin de ne pas rester au-dessous de la réalité, il sera mieux de la supposer = 200 kilog. (1)

(1) Le diamètre extérieur étant = 0 m. 31, le carré de ce diamètre = (31 × 31 = 961 × $\frac{11}{14}$) = 0 m. 755, qui multiplié par la longueur 1 m. 787 = 1 m. 350, exprimerait la solidité d'un pareil cylindre supposé plein; mais puisqu'il est creux il faut en déduire toute la capacité intérieure.

Diamètre intérieur = 0 m. 245. Le carré de ce diamètre (0.m 245 × 0.m 245 = 0.m 0600 × $\frac{11}{14}$) = 0.m 0470. Ce carré

Un kilog. de fonte à l'état de fusion, jeté dans une masse d'eau de 20 kilog. à 0°, en élève la température à + 14° 75; ce qui prouve qu'à ce degré de chaleur un kilog. de fonte n'en renferme que 295° (20 × 14,75 = 295). Or, le poids total de la plaque étant, ainsi qu'on l'a vu, = 200 kilog., on a la proportion suivante pour expression de la chaleur à produire afin de porter toute cette masse de fonte à une température égale à celle du kilogramme:

$$1 : 295 :: 200 : x \frac{295 \times 200}{1} = 59000^\circ$$

Ajoutant actuellement la chaleur nécessaire pour échauffer le fourneau, et compenser la déperdition qui a lieu par ses parois; chaleur qui équivaut à la moitié au moins de la première...	= 31000°
Totalité de la chaleur à produire......................	90000°

multiplié par la longueur = ; 0.m 0470 × 1.m 787 = 0.m 840 expression de la solidité du cylindre qui remplirait la capacité intérieure du premier.

Retranchant actuellement ce dernier produit de celui trouvé pour le cylindre plein, on aura 1, 350 — 0, 840 = 0, m. 510 pour exprimer la solidité du cylindre creux. Mais la plaque n'étant qu'un demi-cylindre, il faut encore diviser ce produit par 2 ce qui donnera 0, 255. Ce produit multiplié par la pesanteur spécifique 6, 86 donne 175 kilog.

Quantité de charbon à brûler pour développer ces 90000° de chaleur :

1 kilog. de charbon émet, dans l'acte de sa combustion, 7050°; ainsi, $\frac{90000}{7050}$ = (12,76).	13 kilog.
Les toiles qui passent sur la plaque sont froides ; elles s'échauffent, emportent par conséquent de la chaleur qu'il faut remplacer, et qu'on ne peut estimer au-dessous de la chaleur totale : ce sont donc encore 13 kilog. de charbon à ajouter......	13 kilog.
Le charbon n'étant jamais pur, on augmentera la quantité à brûler en proportion des matières étrangères, telles que mâchefer, etc., qu'il contient.....	4 kilog.
Total du charbon à brûler par heure......................	30 kilog.

Les éléments que je viens de fournir pour l'établissement d'un fourneau à plaque ne sont nullement hypothétiques : ils ont été sanctionnés par l'expérience dans un appareil de ce genre que j'ai établi il y a deux ans, et qui fonctionne parfaitement. Je dois même prévenir que la quantité de charbon que l'on brûle dans ce fourneau, et qui est portée ci-dessus à 30 kilog., ne s'élève jamais au-delà de 25 kilog. par heure, lorsque le grillage se continue durant un certain temps, une journée par exemple, parce que le fourneau une fois

échauffé n'exige pas, pour être maintenu à cette haute température, la combustion d'une quantité de charbon aussi grande que celle qui était nécessaire pour l'y faire arriver d'abord.

A l'égard du fourneau lui-même, il n'y a rien de particulier à dire sur sa construction; il suffira de rappeler que la chaleur à produire étant très-intense, et devant être soutenue pendant plusieurs heures, il ne faudra faire entrer dans sa construction que des matériaux très-réfractaires. Dans les localités où l'on pourra se procurer de bonnes briques de Bourgogne, j'en conseillerais l'usage comme présentant, malgré leur prix élevé, de l'économie par leur durée; à leur défaut on pourra se servir de tuiles plates bien mastiquées avec de l'argile, dans laquelle on aura ajouté de la bourre, ou un quart environ de son volume de fiente de cheval.

Depuis quelques années le grillage des tissus a subi de grands changements : on a commencé par griller le duvet à la flamme de l'esprit-de-vin; et plus récemment on lui a substitué celle du gaz hydrogène.

Quoique ces méthodes ne soient pas sans inconvénients, elles présentent cependant, pour de certains tissus, des avantages incontestables, et il serait à désirer que leur usage fût plus répandu. Il faut dire aussi que les appareils employés dans ces nouvelles méthodes sont encore, ou imparfaits, ou la propriété de personnes qui ont pris des brevets d'invention ; c'est peut-être à l'une ou

à l'autre de ces raisons qu'on doit attribuer le peu d'empressement qu'on a mis à leur adoption.

Je donnerai une description succincte de quelques appareils à griller les étoffes, tant à la flamme de l'esprit-de-vin qu'à celle du gaz hydrogène.

Le premier appareil dont on a fait usage, et sans contredit le plus simple, se compose d'une petite auge ou gouttière demi-cylindrique de cuivre étamé, et remplie d'alcohol ou esprit-de-vin, qu'on place un peu avant, mais très-près d'un cylindre mobile qu'on tourne, recule ou approche, suivant le besoin, et sur lequel passe l'étoffe sans cependant s'y enrouler.

A cet appareil est encore adaptée une brosse pour relever le duvet de l'étoffe avant qu'elle éprouve l'action de la flamme de l'esprit-de-vin, et aussi une lame un peu tranchante destinée à nettoyer l'étoffe après le grillage. Les cylindres et l'étoffe reçoivent le mouvement au moyen d'un mécanisme analogue à celui de la plaque à griller.

La flamme de l'esprit-de-vin, au-dessus de laquelle passe l'étoffe, brûle très-bien son poil ; il y a cependant des dispositions susceptibles de rendre son action plus parfaite : ainsi l'on verra plus bas, dans la description d'un appareil à griller au gaz, imaginé par M. Molard, une manière de présenter l'étoffe à la flamme, qui, je crois, pourrait être mise en pratique dans le grillage à l'esprit-de-vin.

Lors des premières applications de la flamme du gaz au grillage des étoffes, on ne fit que substituer à la petite auge qui contient l'esprit-de-vin

un tube métallique communiquant avec un réservoir à gaz. Ce tube était percé à sa partie supérieure d'une suite de petits trous presque capillaires assez rapprochés pour que le gaz, enflammé à son issue, formât une ligne continue. Des robinets, placés de distance en distance, servaient à régler la longueur par laquelle on voulait laisser échapper le gaz, proportionnellement à la largeur de l'étoffe à griller; du reste on faisait passer celle-ci au-dessus de la flamme au moyen de treuils comme dans l'appareil ci-devant décrit.

Dans un appareil à griller aussi simple qu'ingénieux, imaginé par M. Molard, l'étoffe, au lieu de passer directement au-dessus de la flamme dans une position horizontale, est dirigée du haut en bas contre celle-ci, qui de cette façon vient pour ainsi dire la lécher. La rapidité du mouvement qu'il est nécessaire de donner au tissu établit un courant d'air tel que la flamme s'incline, et ne produirait que peu d'effet sans la précaution de faire venir l'étoffe à sa rencontre. L'inventeur a de plus ménagé, près des petits orifices par lesquels s'échappe le gaz, un courant d'air artificiel, produit par un soufflet à vent continu qu'on règle à volonté. Par ce moyen, la flamme est sans cesse dirigée contre la toile, et le grillage s'opère avec la plus grande facilité.

Un des meilleurs appareils à griller les étoffes à la flamme du gaz est celui pour lequel M. Hull a pris un brevet. Cet appareil fort ingénieux, et qui fonctionne avec une rare perfection, est malheureusement d'un prix assez élevé. Voici, en peu

de mots, comment s'effectue le grillage dans la machine de M. Hull :

Après avoir passé entre deux rouleaux disposés parallèlement l'un au-dessus de l'autre, qui servent à faire disparaître tous les plis, l'étoffe s'étend horizontalement avant d'aller s'enrouler sur d'autres cylindres; mais dans ce trajet elle passe, sans les toucher, entre deux tubes métalliques horizontaux, peu distants l'un de l'autre. Celui de ces tubes qui se trouve au-dessous de l'étoffe porte à sa partie supérieure, sur toute sa longueur, une ligne de trous presque capillaires très-rapprochés. Le tube au-dessous duquel passe l'étoffe est coupé dans toute sa longueur par une fente qui se trouve dans un même plan avec le rang de trous du cylindre inférieur. C'est dans ce dernier tube qu'arrive le gaz hydrogène qu'on enflamme à son issue des petits trous; le tube supérieur communique avec un corps de pompe aspirante, qui y entretient constamment une espèce de vide dans lequel se précipitent les produits de la décomposition du duvet par la flamme du gaz. Au moyen de ce vide, on force également l'air ambiant à former un courant qui active singulièrement la combustion du gaz.

Relativement à la question économique du grillage des étoffes par la flamme du gaz, voici un aperçu de la dépense fourni par M. Clément Désormes.

Ce savant professeur admet que 200 litres de gaz, sous une pression d'un pouce d'eau, suffisent pour produire un écoulement constant pendant

une heure par quinze trous à 5 millimètres de distance les uns des autres, ce qui fait une longueur de 7 centimètres : 1000 litres alimenteront donc pendant le même espace de temps les trous percés sur une longueur de 35 centimètres, et 3000 litres fourniront tout le gaz qui s'échappera sur un mètre de longueur. Or, d'après la vitesse que l'on donne communément à la toile, il en passe dix mètres par minute ou 600 mètres par heure; mais si l'on grille en même temps des deux côtés, il faudra 6000 litres de gaz pour griller en une heure 600 mètres d'étoffes. Un pareil volume de gaz, vu le prix des substances qui servent à l'obtenir et les produits qu'on en retire, ne peut guère coûter au-delà de 2 à 3 francs.

DE LA MACÉRATION.

De toutes les opérations pratiquées en blanchiment, une des plus délicates, qui exige par conséquent la surveillance la plus active, est peut-être celle dans laquelle on met les toiles à macérer dans l'eau, afin de déterminer la fermentation qui doit faire disparaître le gluten, et transformer quelques autres substances solides en produits liquides. Les blanchisseurs ne sauraient donc apporter trop d'attention à cette opération importante ; ils devront en étudier avec soin la marche, les circonstances même les plus minutieuses, afin de les avoir toujours si bien présentes à l'esprit, qu'ils puissent, à la seule inspection du bain, reconnaître le point où est parvenue l'opération, et l'instant auquel il est nécessaire de l'arrêter.

On a déja vu que la colle dont le tisserand enduit la chaîne des toiles, lors du tissage, est faite avec de la farine de seigle ou de froment, qui n'est elle-même qu'un composé de fécule amilacée, de gluten, d'un peu de sucre et de ferment. Parmi ces substances qui recouvrent toute la surface des fils, les deux premières n'étant pas solubles dans l'eau, et n'étant même que peu attaquables par les alcalis, soustrairaient à l'action de ceux-ci, surtout lors des premiers coulages, les matières colorantes qu'on a pour but d'enlever.

Avant de traiter les toiles par des lessives alcalines, il est donc nécessaire de les débarrasser de cette colle ou *parou*, comme on l'appelle communément, afin de mettre à découvert les matières colorantes; c'est à quoi l'on parvient en les faisant macérer pendant quelque temps dans l'eau.

Il faut convenir aussi, que si la macération présente sous le point de vue économique de grands avantages, elle est en même temps accompagnée d'inconvénients très-graves, qu'un manufacturier doit mettre tous ses soins à prévenir. La fermentation putride nécessaire pour la destruction du gluten se propage quelquefois jusqu'aux tissus eux-mêmes, qui dans ce cas éprouvent un commencement de décomposition qui leur fait perdre beaucoup de leur force.

La facilité avec laquelle se produit cette décomposition est telle, qu'il arrive souvent que, pour certaines toiles, elle a commencé même avant leur entrée chez le blanchisseur. C'est ainsi que des toiles en gris, mises en magasin encore humides, s'échauffent et fermentent; en été, cet effet a même lieu quelquefois sur l'ensouple autour de laquelle le tisserand enroule sa toile; l'humidité de la colle suffit pour que cet effet puisse se déterminer. La toile est alors plus ou moins altérée ou *attendrie*, comme on le dit; et l'on ne manque pas de rejeter, par la suite, les vices de cette altération sur les procédés du blanchiment.

C'est donc pour prévenir toute inculpation semblable, que le blanchisseur doit apporter plus de vigilance à surveiller cette opération pendant toute

sa durée, et surtout s'assurer de l'état des toiles à leur réception dans ses ateliers.

Quoique le genre d'opérations auxquelles doivent être soumises les toiles soit le même pour toutes, cependant leur degré de finesse, la nuance plus ou moins foncée qu'elles présentent, apportent des modifications importantes, tant au nombre qu'à la durée de ces opérations. Il faut donc avoir soin d'assortir les toiles autant que possible par parties, suivant leur qualité, leur couleur, etc., afin que les changements qu'elles vont subir s'effectuent, pour chaque partie traitée séparément, d'une manière uniforme et dans un même espace de temps, sur toute la masse, sans quoi les toiles les plus grossières, ou les plus colorées, pourraient n'être qu'incomplètement attaquées, tandis que les plus fines, ou les moins chargées de matières colorantes, le seraient déja trop. Ce triage, utile pour l'ensemble des opérations du blanchiment des toiles, est indispensable lorsqu'il s'agit de les mettre en macération.

La séparation des toiles, suivant les différents traitements auxquels on devra les soumettre, ayant donc été préalablement faite, on les dispose dans un grand cuvier en bois, en ayant soin de verser de l'eau dessus au fur et à mesure.

Pour que les toiles ne se soulèvent pas par l'effet de leur moindre pesanteur spécifique relativement à l'eau, ou encore par suite du mouvement qui s'établira dans la masse lors de la fermentation, on les assujétit, soit en les chargeant de grosses pierres, soit en les retenant au moyen

d'une espèce de couvercle à claire-voie fait avec de fortes traverses, qui se place par-dessus, et se rattache d'une façon quelconque avec le cuvier. Tout étant ainsi disposé, on achève de remplir d'eau le cuvier, de manière que les toiles en soient recouvertes de trois ou quatre pouces au moins.

Dans l'été, cette opération se fait à la température ordinaire, et l'on peut ne se servir que d'eau froide; mais en hiver il faudra que le lieu dans lequel seront placés les ouvriers soit maintenu à une température de + 15 à 20° centigrades au moins, et que l'eau qu'on fera arriver sur les toiles soit élevée à celle de + 25 à 30°. Cette dernière recommandation n'aura cependant d'autre objet que d'activer la marche de l'opération, qui, si l'on employait de l'eau froide, exigerait seulement plus de temps pour se produire. On a également remarqué que l'addition de quelques poignées de farine de seigle, ou même de son, donnait à la fermentation la faculté de se déterminer plus promptement.

Quoi qu'il en soit, cinq ou six heures au plus après l'immersion des toiles, lorsqu'on emploie de l'eau chaude, et douze heures environ si cette eau est froide, on commence à apercevoir des bulles de gaz qui viennent crever à la surface du liquide. Cette émission de bulles devient de plus en plus considérable, et bientôt elles se succèdent avec une grande rapidité. Le bain va toujours en se fonçant en couleur, et finit par prendre une teinte brun-rougeâtre : la surface se recouvre d'une couche écumeuse; il exhale une odeur in-

fecte, fortement acide, et acquiert une grande viscosité.

Tous ces phénomènes se continuent pendant trente-six ou quarante-huit heures, plus ou moins, selon que la température du lieu dans lequel sont les cuviers, et les autres circonstances concourent davantage à les favoriser.

A peu près à cette époque, le dégagement des bulles a entièrement cessé, on ne sent plus d'odeur acide; l'écume s'est affaissée, et s'enfonce même dans le liquide. A ces divers indices, on reconnaît que l'opération est terminée, et qu'il est temps de retirer les toiles; l'expérience ayant appris qu'en prolongeant leur immersion après que ces signes se sont manifestés, il ne pourrait qu'en résulter de graves inconvénients : il faut donc les retirer aussitôt, et les faire laver avec le plus grand soin. Les toiles, débarrassées par la macération de la majeure partie de la colle qui les recouvrait et leur donnait de la roideur, se trouvent considérablement changées dans leur teinte après cette opération, et elles ont acquis en même temps plus de souplesse.

Afin de se rendre compte de l'utilité de la macération, et de mieux prévoir les circonstances qui peuvent favoriser son action, et celles qui seraient dans le cas de lui nuire, il est nécessaire de rechercher les phénomènes chimiques qui se passent dans cette opération.

Les farines de seigle et de froment sont composées de beaucoup de fécule, de gluten, d'une petite quantité de sucre et de ferment. Placés dans

les circonstances convenables pour réagir l'un sur l'autre, le sucre et le ferment donnent lieu à la fermentation alcoholique, d'où résultent de l'alcohol et du gaz acide carbonique : le premier reste dans le liquide, tandis que le dernier se dégage, et forme les premières bulles; le gluten lui-même, par son action sur la fécule amilacée, ajoute à la quantité de sucre qui existe naturellement dans la farine.

A la fermentation spiritueuse succède nécessairement la fermentation acide; d'où résulte de l'acide acétique qui reste dans le bain; de là l'odeur acide qui se manifeste peu de temps après que l'action a commencé, mais qui ne tarde pas à disparaître.

Enfin le gluten, qui sert pour ainsi dire de lien aux différents principes constituants de la farine, étant susceptible, par l'effet de son contact avec l'eau, de subir la décomposition putride, éprouve ce genre d'altération; de là un dégagement de gaz composé d'un mélange d'acide carbonique et de gaz hydrogène.

D'après ce qui précède, on voit que les phénomènes produits lors de la macération des toiles sont les mêmes qu'on peut remarquer dans la préparation de l'amidon; et cela doit être, puisque l'on opère sur les mêmes substances et que l'on vise au même but, la décomposition du gluten. Cette analogie n'avait point échappé à M. Robiquet, qui d'après cela, et je suis entièrement de son avis, ne pense pas que l'addition d'un peu de mélasse, qu'avait proposée M. Clé-

ment pour prévenir la fermentation putride, puisse être de quelque secours. Il me semble même que ce savant professeur n'a pas pris garde que ce serait nuire à l'effet qu'on recherche, que d'empêcher la production de la fermentation putride, puisqu'elle est surtout nécessaire à la destruction du gluten, qu'il est si important de faire disparaître.

Il reste actuellement à expliquer la disparition de la portion d'acide acétique qui s'était d'abord formée.

Lorsqu'il a été question de l'action des acides sur la matière colorante verte, on a vu que l'acide acétique agissait sur elle comme dissolvant; il paraît aussi que, bien que sans action sur le gluten, l'acide acétique peut le dissoudre, et même former avec lui un composé, lorsqu'il commence à entrer en décomposition.

Ces observations prouvent assez combien est vicieuse la méthode suivie par quelques blanchisseurs, qui ont pour habitude d'ajouter au bain une quantité plus ou moins grande de vieille lessive. L'acide acétique se trouvant au moment même de sa formation en présence d'un alcali, se combine nécessairement avec lui; de sorte que l'action qu'il aurait, tant sur la matière colorante, que sur le gluten, se trouve anéantie : de là, la nécessité de prolonger la durée de la macération des toiles, afin que le gluten soit décomposé en totalité.

Or, quoique très-utile, cette opération n'en est pas moins dangereuse, par la difficulté de reconnaître l'instant précis auquel on doit y mettre fin

pour que les tissus n'éprouvent pas d'altération; aussi, loin d'en prolonger la durée, faut-il chercher les moyens de l'abréger le plus possible.

Home, qui avait soupçonné que l'emploi des vieilles lessives ne présentait pas les avantages qu'on leur attribuait généralement, rapporte le détail de quelques expériences auxquelles il se livra pour s'en assurer; mais ces expériences n'ayant pas été faites dans des circonstances exactement semblables, les résultats qu'il obtint lui parurent laisser la question indécise.

Il est facile aujourd'hui, d'après l'observation des phénomènes qui se produisent dans l'acte de la macération, la connaissance des corps qui résultent de cette fermentation, et celle de l'action réciproque de ces mêmes corps, de tirer cette conséquence, que, loin d'ajouter au liquide dans lequel on fait macérer les toiles aucune substance capable de neutraliser l'acide qui se développera, il serait par fois avantageux d'en augmenter la quantité. C'est ce qu'il serait possible de faire à peu de frais dans quelques localités, où l'on pourrait facilement se procurer des bières aigries.

LAVAGES ET MACHINES A LAVER.

L'action de tous les corps, tant les alcalis que les acides et le chlore, que l'on met en contact avec les toiles, ayant pour résultat la formation de composés, solubles il est vrai pour la plupart, mais dont les toiles sont très-intimement imprégnées, il est indispensable, pour la meilleure réussite des opérations subséquentes, de les enlever: c'est à quoi l'on parvient au moyen de lavages pratiqués après chaque opération.

On peut effectuer ces lavages de deux façons: l'une, la plus naturelle, et aussi la plus anciennement en usage, consiste à faire cette opération à mains d'hommes; dans la seconde, on substitue au travail toujours imparfait, et plus borné des hommes, celui des machines.

Dans le premier cas, celui où ce lavage se fait à mains d'hommes, c'est communément à l'eau courante qu'il a lieu. Voici quelle est, dans les blanchisseries des départements du Nord, la manœuvre de cette opération:

Quatre, six, quelquefois même huit hommes, suivant que les toiles ont besoin d'être mieux lavées, sont placés les uns à côté des autres sur une espèce de plate-forme en planches, pratiquée sur le bord d'un ruisseau, et s'avançant de quelques pieds vers son milieu, afin que les hommes se trouvent dans un point où le ruisseau ait une

certaine profondeur, et cela dans la vue de prévenir le contact entre les toiles et le fond, où elles se chargeraient de matières terreuses qu'il serait fort difficile d'enlever. Cette plate-forme a reçu le nom de *pont*.

Celui des ouvriers qui est à la tête des autres prend une pièce de toile sur une brouette qui en est chargée, et qu'on a placée à sa portée; il la jette dans le milieu du ruisseau, en ayant soin de la retenir par une de ses extrémités. Dans ce mouvement de projection, la toile se déploie et se trouve ainsi totalement immergée. Au moyen de la partie qu'il a retenue, l'ouvrier retire la pièce à lui, en la ployant entre ses jambes : pour cette manœuvre, il doit avoir le corps penché en avant, se servir de ses deux mains, et ramener d'abord avec l'une, puis avec l'autre, une certaine longueur de toile, un demi-mètre environ, qu'il entasse ainsi entre ses jambes, qu'à cet effet il tient écartées. Lorsque le premier ouvrier a ramené toute la pièce, il la donne à son voisin, en ayant soin de la retourner sens dessus dessous, afin de lui mettre dans la main l'extrémité de la toile qui avait été dans l'eau, de sorte que c'est par-là que celui-ci la retient lorsqu'à son tour il la jette à l'eau. Du second ouvrier, la pièce passe au troisième, et ainsi successivement jusqu'au dernier, qui, après avoir effectué la même manœuvre que les autres, met la toile sur un tréteau placé derrière lui pour la faire égoutter. C'est là qu'on vient ensuite reprendre les toiles pour les porter de nouveau dans les ateliers. On donne à

cet ensemble de quatre, six ou huit hommes, le nom de *bande*, et au lavage lui-même celui de *lavage par bande.*

Ce sont ordinairement de jeunes ouvriers de douze à quinze ans, que l'on charge de ce travail: au bout de quelque temps ils acquièrent une telle habileté, qu'une bande de quatre lave aisément 12 et jusqu'à 1500 pièces de toiles par jour.

Dans le lavage par bande, le dégorgement des toiles me semble ne pouvoir être que très-incomplet, alors même que la bande se compose du plus grand nombre d'ouvriers. La toile à peine humide se charge à la vérité, lors de sa première immersion, d'une grande quantité d'eau; mais cette eau n'est soumise pour en sortir, à d'autre effort, qu'à celui que produisent les plis en tombant les uns sur les autres, quand l'ouvrier retire la pièce de l'eau; de sorte que les composés même solubles que contenait la toile, ne doivent être entraînés qu'en partie.

Il y a cependant des opérations, je citerai surtout les immersions dans l'eau acidulée, et celles dans les dissolutions de chlore, après lesquelles les lavages ont besoin d'être faits avec le plus grand soin.

Un blanchisseur instruit de Valenciennes m'a plusieurs fois assuré, qu'il était convaincu qu'après leur immersion dans l'eau acidulée, un seul lavage ne suffisait pas pour enlever aux toiles la portion d'acide dont elles sont pénétrées, et que la majeure partie des altérations qu'éprouvent les toiles dans les opérations subséquentes

du blanchiment, et même par fois long-temps après leur mise en magasin, n'a pas d'autre cause que la présence de l'acide qui y a été laissé par un dégorgement imparfait.

Sans accorder à cette observation une aussi grande latitude que son auteur, elle me paraît démontrer la nécessité d'apporter aux lavages plus de soin qu'on ne l'a fait jusqu'ici dans la plupart des blanchisseries : aussi serait-il je crois utile, lorsqu'on fait usage du lavage par bande, de soumettre, ainsi que cela se pratique dans plusieurs établissements en Angleterre, les toiles à l'action d'une forte presse après chaque lavage. *Voy.* pl. 3, fig. 5.

En France, quelques blanchisseurs font passer les toiles entre une paire de rouleaux en bois, placés parallèlement l'un au-dessus de l'autre, et que l'on peut rapprocher ou éloigner à volonté, suivant qu'on veut augmenter la pression ou la diminuer. *Voy.* pl. 3, fig. 3 et 4, représentant cette machine.

De tous les moyens propres à produire un lavage parfait, le meilleur est celui dans lequel on emploie des machines. La nomenclature seule de toutes celles qu'on a proposées pour effectuer cette opération, remplirait plusieurs pages, et leur description serait d'autant plus inutile que l'on a successivement renoncé à l'emploi de la plupart d'entre elles, par suite d'inconvénients que l'usage a fait reconnaître ; je me bornerai donc à décrire celles de ces machines dont le travail paraît être le plus parfaitement accompli ; je commencerai par le *Plateau à Battoir.* Voy. *pl.* 4, *fig.* 1.

C'est un plateau horizontal, sur la circonférence duquel on dépose les étoffes à laver ; un mouvement de rotation est imprimé à ce plateau, sur lequel agissent des battoirs qui frappent tour à tour les étoffes que le plateau en tournant présente successivement à leur action.

Ce plateau *bb* est porté par un pivot tournant ; son diamètre varie de 12 à 15 pieds. Le contour de ce plateau est couvert de grosses planches de chêne bien polies et exactement liées ensemble, qui ont toutes la forme d'un triangle alongé ; tous les angles aigus de ces triangles se réunissent au centre du plateau, et les deux autres se trouvent ainsi à la circonférence : ces planches s'inclinent un peu du centre à celle-ci, en sorte que le plateau présente une surface légèrement cônique.

Les jantes du plateau *bb* sont liées et maintenues au moyen d'une bande de fer armée de dents semblables à celles d'une scie, et placées à 4 ou 6 pouces de distance les unes des autres.

Ces dents sont successivement repoussées par une barre de fer *y*, adaptée à une manivelle *z* qui la fait avancer ou reculer alternativement ; elle s'accroche tour à tour à chacune des dents, et, dans son mouvement de recul, elle attire à elle la roue et la fait tourner sur son pivot. Une autre barre mobile sur un axe fixe, placée du côté opposé (on ne la voit pas dans la figure), se soulève légèrement à chaque mouvement de rotation du plateau, et retombe ensuite sur la dent qui se présente, en sorte qu'elle s'oppose au recul, tandis que la première barre avance de nouveau pour

accrocher la dent suivante ; et ce jeu alternatif des deux barres fait tourner la roue, par la succession continuelle d'un mouvement et d'un repos.

De l'autre côté de cette roue sont trois ou quatre grands battoirs *m*, *m*, *m*, dont les flèches ou manches sont traversées aux deux tiers de leur longueur par un même axe fixe et horizontal.

Derrière cet axe et sur la même ligne horizontale est un arbre tournant *r*, garni de cames, et qui sert en même temps d'axe à une roue hydraulique B. Dans leur mouvement de rotation, les cames rencontrent tour à tour chaque extrémité des flèches des battoirs, les obligent à se soulever l'une après l'autre, et, les quittant ensuite, en déterminent alternativement la chute sur les étoffes placées tout autour de la surface cônique du plateau.

Lorsque cette machine est en action, l'ouvrier qui la dirige se trouve placé en *z* sur le plateau pour retourner les étoffes, afin qu'elles reçoivent l'action des battoirs dans des positions successivement différentes. Pendant leur passage sous les battoirs, elles sont mouillées par un filet d'eau que la roue hydraulique élève, au moyen de godets placés à sa circonférence, dans un petit canal S, lequel la décharge dans un réservoir M établi au-dessus des battoirs ; des trous pratiqués au fond de ce réservoir laissent écouler sur le plateau la quantité d'eau nécessaire.

Les planches qui forment le revêtement du plateau doivent être chevillées en bois : il importe essentiellement de ne pas se servir de clous, pour

éviter les taches de rouille. Cette recommandation du reste ne s'applique pas seulement au plateau à battoir; on doit y avoir égard dans toute espèce d'appareil de lavage.

Une machine déja ancienne, mais à l'usage de laquelle on avait renoncé, a été de nouveau employée d'abord en Angleterre, où elle porte le nom de *Dash-wheel*, puis en France, où elle est désignée par celui de *Roue de lavage*.

Cette machine (*voy.* pl. 4, fig. 2) se compose d'un cylindre creux ou tambour *a a*, fait de planches et de douves, soutenu par un axe horizontal autour duquel il peut facilement se mouvoir à l'aide d'une manivelle. Les dimensions qu'on donne le plus communément à ces cylindres sont de 2 m. 25 de diamètre, sur une épaisseur de 0 m. 75.

L'intérieur du Dash-wheel est partagé par quatre cloisons à claire voie qui se coupent à angles droits. Des ouvertures circulaires *dd*, pratiquées sur l'une des faces du cylindre, correspondent à chacun des compartiments formés par ces cloisons : c'est par ces ouvertures qu'on introduit les étoffes et qu'on les retire, lorsque le lavage est fini. La face opposée du cylindre présente une ouverture circulaire, ou un certain nombre de trous *bbbb* disposés de la même manière, et de 2 pouces de diamètre, vis-à-vis lesquels on ajuste à une très-petite distance l'orifice d'un robinet qui termine un tuyau amenant l'eau pure destinée à laver ces étoffes, et qui se trouve projetée à travers ces trous dans l'intérieur du cylindre. Vers la cir-

conférence on pratique de chaque côté un rang de trous *gggg* pour la sortie de l'eau sale.

On peut donner le mouvement aux Dashwheels de différentes manières. Quelquefois ils sont garnis à leur circonférence d'aubes, pour recevoir l'impulsion que leur imprime alors directement un courant d'eau ; d'autres fois, trois ou quatre cylindres sont soumis simultanément à à l'action d'une roue hydraulique, et des engrenages établissent la communication entre les cylindres et la roue. Chaque cylindre est muni d'un *lévier à verrou*, pour qu'on puisse à volonté suspendre son mouvement sans interrompre celui des autres.

Quel que soit le moyen par lequel on donne aux cylindres leur mouvement de révolution, on concevra que la vitesse de ce mouvement doit être en raison de leur diamètre. Pour les dimensions ci-dessus, cette vitesse ne doit pas leur faire dépasser 20 à 22 tours par minute : avec un mouvement plus accéléré, les toiles, lancées à la circonférence par la force centrifuge, y resteraient fixées, en sorte que le lavage ne s'opérerait pas.

Avant de mettre le cylindre en mouvement, on place dans chaque compartiment deux pièces de toile; après quoi l'on ouvre le robinet, et l'on met la machine en jeu. Les étoffes imbibées d'eau s'élèvent et retombent alternativement, en vertu de leur propre poids, d'une cloison sur l'autre; une grande partie de l'eau qu'elles contiennent rejaillit par l'effet de cette chute, et s'écoule au dehors, tandis qu'elles en reçoivent continuelle-

ment de la nouvelle. On ne laisse pas ordinairement les toiles plus d'un quart-d'heure ; ce temps est supposé suffisant pour les dégorger et laver complètement.

La force qu'exige un Dash-wheel pour être tenu en mouvement est estimée égale à celle de deux chevaux. Quoique cette machine ait été beaucoup vantée, je la regarde comme très-défectueuse, en ce que d'abord elle emploie une grande force pour ne laver qu'un très-petit nombre de pièces à-la-fois, et ensuite n'opère ce lavage que d'une manière fort imparfaite.

Dans une des plus belles blanchisseries de France, celle de Royaumont, on a renoncé, après des expériences comparatives faites avec beaucoup de soin, à l'usage du Dash-wheel, parce que ce mode de lavage a été reconnu dispendieux et incomplet. Des toiles retirées de l'eau acidulée, et lavées au Dash-wheel pendant une forte demi-heure, donnent encore par la succion une saveur acide très-prononcée, preuve irrécusable d'un mauvais dégorgement.

On voit donc que cette machine ne met pas même à l'abri des inconvénients que j'ai signalés dans le lavage par bande, résultant d'un lavage mal fait.

Un appareil à laver moins connu en France, et qui a l'avantage de faire dans un temps donné beaucoup plus d'ouvrage qu'aucun de ceux dont il a été question jusqu'ici, et de le faire mieux, a été importé il y a quelques années d'Angleterre;

il est connu dans les blanchisseries de ce pays sous le nom de *Wash-stocks.*

Cette machine, qui du reste a beaucoup de ressemblance avec celle employée pour fouler les draps, est représentée dans la *pl.* 4 par les *fig.* 1 et 2 : la première en offre une coupe dans sa longueur; la seconde, une vue de face.

A,A. Nacelle faite en fortes planches de chêne, dont les deux extrémités se relèvent sous une légère inclinaison.

B,B. Quatre forts poteaux entre lesquels est placée la nacelle A.

C,C. Châssis horizontal auquel viennent se réunir les quatre poteaux B.

D,D,D. Masses en bois, faisant l'office de battoirs, supportées à un pouce au plus du fond de la nacelle.

o,o. Axe rond porté par le châssis C.

m,m,m. Manches qui soutiennent les battoirs. Chacun d'eux se compose, ainsi qu'on le voit dans la *fig.* 1, de deux pièces de bois pour que l'axe *o* soit compris entre elles. A un pied environ de leur extrémité supérieure, elles portent une traverse horizontale en fer, ayant la forme d'un demi-cylindre, dont la partie arrondie repose sur l'axe *o*.

E,E,E. Tiges de fer passant chacune dans les ouvertures pratiquées au fond de la nacelle, dans une partie de sa longueur; elles sont terminées par un anneau.

F. Longue tige de fer se rattachant par une

de ses extrémités à l'anneau de la tige E, et par l'autre à l'axe brisé d'une roue hydraulique qui, dans son mouvement de révolution, fait avancer et reculer la tige F, et par conséquent le battoir auquel elle est attachée.

n,n. Robinets amenant l'eau propre qui doit servir à laver les toiles.

p,p. Gouttières percées de trous, dans lesquelles les robinets *n,n* versent l'eau et qui servent à la répartir dans toute la largeur de la nacelle.

La manière dont fonctionne le Wash-stocks est très-facile à concevoir. La roue hydraulique, ou tout autre moteur qu'on lui aura substitué, ayant été mise en jeu, dans son mouvement de révolution l'axe prolongé de cette roue, faisant l'office de manivelle, tire et repousse alternativement la verge F, et par suite celui des battoirs D auquel elle est liée par la tige E.

On jette un certain nombre de pièces de toiles dans la nacelle en A, sur un seul de ses côtés, et l'on ouvre les robinets qui amènent l'eau claire. Dans son mouvement de va et vient, le battoir comprime les toiles contre la partie de la nacelle qui se relève, et en fait sortir l'eau dont elles se sont imprégnées; il les abandonne ensuite, ce qui leur permet d'en reprendre une nouvelle quantité qui est exprimée, comme la première, par le retour du battoir : l'eau sale s'échappe par les ouvertures dans lesquelles passent les tiges E.

A la seule inspection de la figure, on doit voir

que la pression du battoir sur les toiles pouvant être très-forte, l'eau qu'elles contiendront sera exprimée en totalité à chaque retour; d'où résultera nécessairement un lavage parfait : un quart-d'heure au plus suffit pour cela.

Après cet espace de temps, un ouvrier retire les toiles; à mesure qu'il les reprend, un second ouvrier en place d'autres à l'extrémité opposée de la nacelle, de sorte que le lavage se fait alternativement sur les deux côtés des battoirs.

La force nécessaire pour donner le mouvement à un Wash-stocks à trois battoirs, n'est guère supérieure à celle qu'exige un Dash-wheel; mais le nombre de pièces qu'on peut laver avec ces deux machines, dans un même espace de temps, est bien différent. On met ordinairement 25 à 30 pièces de toiles de coton à-la-fois dans le Wash-stocks, qui se trouvent parfaitement lavées après un quart-d'heure, tandis que le Dash-wheel n'en peut pas laver plus de huit pièces dans le même temps, et encore ai-je dit que ce lavage était très-imparfait.

COULAGES ET APPAREILS QUI SERVENT A CETTE OPÉRATION.

Très-probablement en raison de la manière dont elle s'effectuait, l'opération par laquelle on soumet les toiles à l'action des alcalis a reçu le nom de *coulage*.

Un des points les plus importants de cette opération, celui cependant sur lequel les blanchisseurs diffèrent peut-être davantage dans la pratique, est la détermination des quantités d'alcali nécessaires pour faire parvenir les tissus à un beau blanc. Jusqu'à présent aucune règle n'a été donnée à ce sujet; chaque blanchisseur employant des proportions arbitraires, qu'il ne modifie pourtant que rarement, quoique les agents dont il se sert et les corps sur lesquels il les fait agir soient loin d'offrir la même constance dans leurs proportions respectives. Telle est la règle qu'il s'agit d'établir; et comme c'est seulement à l'aide de la théorie et de l'expérience que je crois possible d'arriver à une solution satisfaisante de ce problème, elles devront intervenir toutes les deux dans la recherche que je vais faire à ce sujet.

Dans toutes les opérations des arts, il est un degré de perfectibilité qu'indique bien la théo-

rie, mais auquel dans l'application il n'est presque jamais possible d'arriver, par l'effet de circonstances qui s'opposent à un résultat rigoureux, circonstances dont la théorie lorsqu'elle les prévoit peut bien faire abstraction, mais dont on est obligé de tenir compte dans la pratique.

Il est cependant toujours avantageux de connaître ce but théorique, afin de ne point tenter de le dépasser si par hasard on l'avait atteint, et même de renoncer à des recherches infructueuses par la modicité des résultats qu'il serait possible d'obtenir, lorsqu'on a approché de très-près de ce même but.

Ces réflexions me semblent d'autant plus applicables au sujet que je dois traiter dans ce chapitre, que j'ai vu des blanchisseurs rechercher sans mesure des économies de matières, qu'ils ne pouvaient obtenir qu'en sacrifiant en partie la perfection du blanc qu'ils avaient à donner à leurs toiles.

C'est donc à trouver le point auquel on peut raisonnablement parvenir, et par conséquent celui auquel il faut s'arrêter, que sera consacrée la première partie de ce chapitre; la seconde traitera de la manière dont s'effectue le coulage, et des divers appareils employés à cette opération.

Avant l'adoption du chlore dans l'art du blanchiment, on savait que les tissus de lin et de chanvre subissaient dans la série des opérations qui les amenaient à un beau blanc, une diminution de 33 à 35 pour 100 de leur poids. Par l'emploi de ce nouvel agent, cette perte se trouva

réduite, et les raisons en ont été données au chapitre qui traite spécialement du chlore, à 26 ou 27 pour 100. Berthollet apporta même comme une preuve de l'avantage qui résultait de l'emploi du chlore pour la solidité des tissus, cette réduction dans la perte de poids qu'ils éprouvaient.

La diminution du poids primitif des tissus de coton ne dépasse guère 15 pour 100.

Mais les matières dont se compose cette perte de poids, n'exigent pas toutes pour être enlevées l'intervention des alcalis; on doit se rappeler que quelques-unes sont séparées des tissus à l'aide d'une simple macération. Il faut donc déterminer préalablement les quantités de matières enlevées par cette opération préparatoire, afin de connaître la quotité de celles qui restent encore. Or, de nombreuses expériences m'ont constamment donné ce résultat, savoir : que pour les toiles de lin et de chanvre, les matières colorantes enlevées par le seul effet de la macération représentent le tiers environ du poids total de celles qui étaient combinées avec les toiles antérieurement à cette opération.

Peut-être ne sera-t-il pas inutile d'éclaircir ceci par un exemple : ainsi supposant qu'on ait à blanchir 450 pièces de toile de lin, voici comment on pourra établir les quantités de matières colorantes attaquables par les alcalis, et par suite celles de ces derniers qu'on devra faire agir.

450 pièces de toile de lin pèsent à raison de 5 kil. la pièce....450 × 5 = 2250 kil.

La perte totale que doivent éprouver ces 2250 kil. pour que les toiles acquièrent un blanc parfait, étant à raison de 27 pour 100, sera égale à 607 kil. 50, de sorte que ces 2250 kil. sont composés ainsi qu'il suit :

Tissus........................	1642 50
Matières colorantes enlevées par l'action seule de la macération, formant le tiers environ de la totalité de celles qui recouvrent la surface des toiles........................	202 50
Matières colorantes restant après la macération, et qui exigent l'emploi des alcalis........................	405
Poids primitif..............	2250

Dans l'exemple ci-dessus la quantité de matières colorantes attaquables par les alcalis est, ainsi qu'on le voit, de 405 kil.

Sans entrer dans des détails trop compliqués sur les proportions dans lesquelles les alcalis s'unissent avec les substances grasses et résineuses, telles que le sont réellement les matières colorantes dont est recouverte la surface des toiles, avec lesquelles ils forment des composés connus sous le nom de savons, je dirai que j'ai trouvé par expérience qu'un kil. de matière colorante combinée avec les tissus de lin ou de chanvre, exige pour être enlevé, une même quantité de potasse caustique. Ce serait donc dans le cas présent 405 kil. d'alcali rendu caustique qu'on devrait employer pour blanchir les 2250 kil., ou les 450 pièces de

toiles; 736 kil. environ si l'on se sert de potasse du commerce qui ne dépasse guère 55° alcalimétriques, et 540 kil. en faisant usage de sel de soude à 75°.

Les matières colorantes inattaquables par la macération se trouvent en moindre quantité dans les tissus de coton; je l'estime à 5 pour 100 au plus du poids total du tissu, tandis que les autres matières dont la majeure partie leur a été ajoutée lors du tissage, et que peut leur enlever la macération, s'y trouvent en quantité presque égale à celles qui sont combinées avec les toiles de lin et de chanvre.

Ainsi en supposant que l'on ait à blanchir 180 pièces de toile de coton, quelle sera la proportion d'alcali qu'on devra faire agir pour y parvenir? 180 pièces de toile de coton, en admettant qu'elles pèsent 4 kil. la pièce (180 × 4) = 720 kil.

En raisonnant d'après les principes établis ci-dessus, on trouve que ces 720 kil. doivent être composés de la manière suivante :

Tissus........................	612 kil.
Matières enlevées par la macération que j'évalue au 10e environ du poids des toiles..................	72
Matières colorantes qui restent encore combinées avec les tissus après la macération....................	36
Poids primitif des tissus.......	720 kil.

En opérant actuellement pour ces 36 kil. de

matières colorantes un calcul analogue à celui qui a été fait pour les matières colorantes des toiles de lin, on trouvera que pour blanchir ces 180 pièces de tissu de coton, il faudra employer 65 kil. de potasse du commerce à 55°, ou 50 kil. environ de sel de soude à 75°, équivalant l'un et l'autre à 36 kil. environ d'alcali caustique.

Après avoir déterminé les proportions nécessaires d'alcali pour blanchir des quantités données de toiles, il faut encore établir quelles sont les circonstances les plus favorables à leur action sur les matières colorantes, et le mode de leur emploi, sans qu'il puisse en résulter d'avarie pour les tissus eux-mêmes.

L'action des alcalis sur la matière colorante, telle qu'elle se trouve unie avec les toiles, ne pouvant s'exercer d'abord qu'à la surface, on en emploierait en pure perte une grande partie, et l'on courrait en outre le risque d'altérer les tissus, si l'on mettait en contact en une seule fois avec les toiles tout l'alcali qui doit servir à les blanchir. Il est donc indispensable de le diviser en un certain nombre de parties, que l'on fera agir les unes après les autres, afin qu'après l'action de la première, le composé qui en résulte, enlevé par les opérations subséquentes, mette à nu une seconde couche qui sera elle-même attaquée par une seconde portion d'alcali, et ainsi successivement.

Pour peu que l'on réfléchisse actuellement à la quantité de matières colorantes unies avec les toiles à des époques différentes de leur blanchiment, on concevra que cette quantité est plus

grande lors des premières opérations, et qu'ainsi dans la répartition de l'alcali, on doit employer de plus fortes proportions au commencement du blanchiment, et qu'il faut les rendre graduellement plus petites à mesure que les toiles blanchissent, parce qu'en effet les matières colorantes vont elles-mêmes en diminuant de quantité.

C'est ici le lieu de rappeler une observation extrêmement importante, dont on ne tient cependant que très-rarement compte dans la plupart des ateliers ; c'est que pour détruire la combinaison des matières colorantes avec la fibre végétale, une lessive faible, jointe à une température élevée, a plus d'efficacité qu'une lessive forte et une température plus basse.

Loin de présenter des inconvénients, une grande élévation de température ne fait que rendre plus facile et plus parfaite l'action des alcalis, tandis que des avaries très-considérables sont les résultats inévitables de l'emploi de lessives trop concentrées.

Une autre erreur répandue dans beaucoup de blanchisseries, et qu'il n'est pas moins utile de détruire, c'est que l'action d'un alcali très-étendu, est plus faible que ne le serait celle d'une même quantité de potasse ou de soude dissoute dans un moindre volume d'eau ; de là l'habitude de faire les coulages comme on le dit à *courte eau*. On tombe par-là dans de graves inconvénients que je dois signaler : le premier est de faire usage d'une lessive trop concentrée, d'où peut résulter une altération dans les tissus; le second, c'est

que le composé que forme l'alcali avec la matière colorante, ne trouvant pas une quantité d'eau suffisante pour se dissoudre, reste en partie sur la toile d'où il ne peut être enlevé qu'en multipliant, ou du moins en prolongeant les lavages.

Mais le plus grand défaut de ces coulages à courte eau, provient de ce que les tissus ne baignant pas entièrement dans le liquide, l'action de l'alcali ne s'exerce pas d'une manière uniforme sur toute la masse, de sorte qu'après le coulage il arrive fréquemment que les toiles se trouvent divisées sur toute leur longueur en zônes transversales plus ou moins larges de nuances différentes, qui ne peuvent disparaître que dans la suite des opérations, et souvent en exigent une, quelquefois deux de plus.

Que les blanchisseurs se persuadent bien que, quel que soit le volume d'eau dans lequel on aura fait dissoudre une quantité donnée d'alcali, cet alcali n'aura perdu aucune de ses propriétés; qu'il n'en exigera pas un atôme d'acide de moins pour être neutralisé, et que les proportions de matières colorantes avec lesquelles il entrera en combinaison, seront exactement égales à celles avec lesquelles il s'unirait s'il était plus concentré. Aussi dans l'opération du coulage, l'eau ne servant que de véhicule à l'action de l'alcali, celle-ci est répartie d'autant plus uniformément, que le volume de l'eau se trouve en proportion plus grande relativement aux tissus.

Peut-être objectera-t-on qu'en augmentant sans mesure la quantité d'eau nécessaire à un

coulage, on rend plus difficile la possibilité de remplir la condition ci-dessus recommandée pour un bon coulage, celle de la plus haute élévation de température, que même une partie de la chaleur développée le sera en pure perte, d'où résultera par conséquent une dépense en combustible.

Dans toutes les opérations des arts, il y a certaines limites que la question économique ne permet pas de dépasser; il y aura donc dans les proportions d'eau nécessaires pour un coulage, un terme moyen auquel il faudra s'arrêter.

C'est ainsi que l'expérience m'a confirmé ce que j'ai vu d'ailleurs pratiquer par les blanchisseurs les plus instruits, savoir : que les lessives les plus fortes, c'est-à-dire celles qu'on emploie pour les premiers coulages, ne doivent jamais marquer au-delà de $1\frac{1}{2}$ à 2° au plus de l'aréomètre de Baumé, et 1° lorsque la majeure partie des matières colorantes ayant été enlevées, les toiles commencent à être blanches.

Telles sont donc les indications que je conseillerais de prendre pour règle de la force des lessives, pourvu toutefois que la quantité de liquide suffise pour que les toiles soient complètement immergées; car dans le cas où cette immersion n'aurait pas lieu, il faudrait s'inquiéter peu du degré, et ajouter à la lessive toute l'eau nécessaire pour que les tissus y fussent entièrement recouverts.

Dans quelques blanchisseries, on pratique vers la fin des opérations du blanchiment, une sorte de coulage auquel on donne le nom de *débouil-*

lissage, ne différant du coulage ordinaire qu'en ce que les proportions d'alcali avec lequel on prépare la lessive sont très-faibles, et qu'on ajoute à celle-ci une quantité plus ou moins grande de savon vert. Le but qu'on se propose par cette substitution, est de donner à la toile une souplesse qu'elle n'a pas ordinairement quand on se contente de la traiter par les alcalis purs.

Après avoir établi les proportions d'alcali nécessaires pour blanchir des quantités données de toiles, et avoir déterminé comment doit être faite la répartition de ces mêmes proportions pour différents coulages, il reste à voir comment s'exécute cette opération et quels sont les appareils que l'on y emploie.

Les appareils de coulage autrefois généralement en usage, et dont on se sert encore aujourd'hui dans la plupart des blanchisseries du département du Nord, notamment à Cambray, à Valenciennes, etc., se composent d'une chaudière communément en tôle, ayant la forme d'un cône tronqué renversé, sous laquelle on entretient du feu pour chauffer la lessive. Cette chaudière est engagée dans le massif de maçonnerie qui forme le fourneau, de façon que la partie la plus évasée de la chaudière se trouve au niveau du sol; un escalier conduit aux bouches du foyer et du cendrier.

Au-dessus du massif, et le plus près possible de la chaudière, est un cuvier quelquefois en bois, d'autres fois en maçonnerie, et alors revêtu intérieurement et extérieurement d'un mortier hydraulique, dont le fond est d'un ou de deux

pouces au-dessus de la partie supérieure de la chaudière, afin que la lessive qu'on y jetera puisse s'écouler facilement et retourner dans celle-ci. Le fond de ce cuvier est garni de traverses en bois afin de prévenir le tassement de toiles qui obstrueraient l'ouverture d'une canelle par laquelle s'écoule la lessive.

Les toiles pliées en paquets d'environ un demimètre de longueur sont rangées dans une position perpendiculaire dans l'intérieur du cuvier que l'on remplit jusqu'à quatre à cinq pouces au-dessous du bord. L'ouvrier chargé de ce travail a grand soin de les serrer fortement les unes contre les autres, afin qu'elles ne puissent point se soulever lorsque dans le cours du coulage on versera la lessive dessus.

Un premier rang ainsi disposé, on jette dans le cuvier quelques chaudrons de lessive, l'on place un second rang de toiles par-dessus le premier, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que le cuvier soit plein, en ayant soin de fouler les toiles avec les pieds pour les tasser le plus possible, et ajoutant de la lessive après chaque rang. On recouvre ensuite le tout avec une grosse toile ou charrier a plusieurs doubles.

Pendant ce travail l'on a fait du feu sous la chaudière qui a été remplie de lessive, et lorsqu'elle commence à s'échauffer un ouvrier puise avec un chaudron la lessive chaude qu'il projette sur les toiles; on ouvre ensuite la canelle placée au fond du cuvier, et la lessive, après s'être infiltrée à travers les toiles, revient dans la chaudière

sur les toiles. On continue ainsi cette manœuvre où elle s'échauffe de nouveau, et où l'ouvrier la reprend de la même manière pour la verser encore pendant huit ou dix heures plus ou moins, suivant la qualité des toiles, et le point auquel est parvenu leur blanchiment.

On voit que cette manière de mettre en contact l'alcali avec les toiles, ou de couler, est bien simple, mais il faut convenir qu'elle est bien grossière, et qu'en outre elle n'est pas sans inconvénients. Le premier est d'exiger constamment le service d'un homme pour un travail tout-à-fait mécanique, celui de verser la lessive dans le cuvier.

Pour répartir la lessive sur toute la surface de la cuve, afin que la lessive en s'écoulant à travers les toiles les mouille toutes également, l'ouvrier au moyen d'un tour de main que procure l'habitude, la projette en lui faisant former l'éventail, en sorte que chaque chaudron de lessive retombe sur une demi-circonférence; un second chaudron est versé de la même manière, mais en sens contraire afin de couvrir l'autre demi-circonférence, et ainsi alternativement. Dans ce mouvement, la lessive ainsi éparpillée se trouve en contact avec l'air, presque goutte à goutte; de là une déperdition considérable de chaleur, ainsi que le fait voir du reste la grande quantité de vapeur qui s'élève dans l'atelier et qui oblige fréquemment les ouvriers à en sortir. Aussi des expériences souvent répétées, et sur des cuves différentes, m'ont-elles prouvé que, bien que l'ouvrier ne

prenne la lessive dans la chaudière que lorsqu'elle est parvenue au point d'ébullition, cependant la chaleur de la masse totale du liquide et des toiles dans la cuve ne dépasse jamais 65° à 70° au plus du thermomètre centigrade.

En rangeant les toiles dans la cuve l'ouvrier pour prévenir le soulèvement qui pourrait avoir lieu lors de l'addition de la lessive, en raison de leur moindre pesanteur spécifique, les presse fortement les unes contre les autres, et les foule même après avoir armé ses pieds de gros sabots spécialement destinés à cette opération. Quoique universellement pratiquée cette méthode n'en est pas moins vicieuse.

Quelque soigneusement qu'on suppose que cet arrangement soit fait, les toiles ne peuvent pas être toutes également pressées; celles qui le seront le moins laisseront passer la lessive plus librement que celles qui le seront davantage; quelques pièces de toile pourront même laisser entre elles des intervalles tels, que le liquide s'échappera sans pénétrer dans leur intérieur, surtout quand elles seront mouillées; aussi arrive-t-il assez souvent, qu'on trouve après un coulage de plusieurs heures, la surface des toiles décolorée inégalement, et divisée en zônes transversales de nuances plus ou moins foncées. Ce qui prouve suffisamment que les parties les plus colorées ont échappé, en partie du moins, à l'action des alcalis.

Des appareils plus ou moins ingénieux ont été imaginés pour parer aux défauts de celui que je viens de décrire.

C'est ainsi qu'on a proposé de placer dans la chaudière une pompe au moyen de laquelle on élèverait la lessive à la partie supérieure de la cuve, plus facilement qu'avec le chaudron. Mais l'économie qu'on pourrait obtenir par cette disposition se réduirait à bien peu chose, attendu qu'elle permettrait tout au plus de substituer un enfant pour mettre la pompe en mouvement, à l'homme qui jette la lessive avec le chaudron.

Dans l'appareil dit *cuve à circulation*, on a tiré parti de la propriété dont jouit l'eau, ainsi que tous les corps dilatables par la chaleur, de s'élever lorsque par l'effet de cette dilatation ils sont devenus spécifiquement plus légers que le milieu dans lequel ils sont plongés, et de se précipiter au contraire lorsque cette chaleur leur étant soustraite, ils se condensent et redeviennent plus pesants que le milieu qui les environne.

Une description succincte de cet appareil en fera facilement comprendre la marche et la théorie.

La chaudière et la cuve dans laquelle sont placées les toiles, se trouvent sur un même niveau; leurs diamètres peuvent être différents, mais la hauteur de leurs parois doit être égale. Un tube horizontal partant du fond de la cuve et allant s'ouvrir dans celui de la chaudière, établit entre ces deux vases une communication à leurs parties inférieures, tandis qu'un second tube également horizontal placé à quelques pouces au-dessous de leurs bords, sert à les faire communiquer par leurs parties supérieures.

Tout étant convenablement disposé; les toiles placées dans la cuve, on ajoute la quantité de lessive nécessaire pour que la surface du liquide étant de niveau dans les deux vases vienne affleurer l'orifice du tube supérieur; on allume ensuite le feu sous la chaudière.

Par l'action de la chaleur, la masse d'eau se dilatant augmente de volume, et la communication s'établit entre les liquides des deux vases par le tube supérieur. La portion de lessive immédiatement en contact avec le fond de la chaudière, étant la première exposée à cette action, s'élève à la surface et se met de niveau dans les deux vases, tandis qu'une quantité correspondante de lessive froide de la cuve doit s'abaisser par le tube inférieur dans le fond de la chaudière. A mesure que la température de toute la masse s'élève davantage, cette circulation devient plus active, en sorte qu'il finit par s'établir deux courants continus dans l'intérieur des deux vases; l'un ascendant du fond de la chaudière à sa surface et par suite à celle de la cuve; l'autre descendant de la surface de cette dernière à son fond et dans l'intérieur de la chaudière.

Cet appareil aussi simple qu'ingénieux me paraît susceptible, s'il était confectionné avec soin, de donner des résultats très-avantageux; je ne vois pas quels inconvénients il peut présenter, et si quelque chose me surprend, c'est qu'on n'en ait pas adopté plus généralement l'emploi.

On a fait servir la force élastique de la vapeur d'eau qui se produit lorsqu'on fait chauffer de la

lessive, pour porter celle-ci à la surface de la cuve. Les *fig.* 3 et 4, *pl.* 4, représentent un appareil de ce genre.

A. Chaudière sous laquelle est placé le feu qui doit chauffer la lessive.

BB. Cuvier dans lequel sont rangées les toiles.

C. Tube d'écoulement qui ramène dans la chaudière la lessive après qu'elle s'est infiltrée à travers les toiles; ce tube descend dans l'intérieur de la chaudière, jusqu'à un pouce à peu près de son fond.

DD. Tube traversant le couvercle de la chaudière et s'élevant un peu au-dessus de la surface du cuvier; son extrémité se recourbe pour prendre une direction horizontale. C'est au moyen de ce tube que la lessive après s'être élevée dans son intérieur, vient se déverser à la surface des toiles dans le cuvier; on lui donne communément 1 $\frac{1}{2}$ à 2 pouces de diamètre.

d. Espèce d'éventail qui se rattache à l'extrémité supérieure du tube D, contre lequel vient frapper le jet de lessive à sa sortie du tube, et qui sert à le briser pour répartir celle-ci sur toute la surface du cuvier.

E. Soupape par laquelle on introduit la lessive dans la chaudière lorsqu'on veut commencer un coulage.

Voici du reste quelle est la marche de l'opération dans cet appareil.

Les toiles déposées dans la cuve, et la quantité de lessive nécessaire au coulage ayant été ajoutée, tant dans celle-ci que dans la chau-

dière, on ferme soigneusement la soupape et l'on allume le feu. Le liquide contenu dans la chaudière ne tarde pas à former de la vapeur qui s'élève à sa partie supérieure, où elle est retenue; mais par l'effet de la chaleur, la vapeur continuant à affluer, elle exerce par sa force élastique une pression à la surface du liquide de la chaudière; cette pression oblige celui-ci à monter peu à peu dans le tube D, d'où il finit par se déverser à la surface des toiles.

A mesure que la lessive bouillante passe au moyen du tube D de la chaudière dans la cuve, la lessive froide que contient cette dernière s'écoule par le tube C dans l'intérieur de la première pour y remplacer celle qui en est sortie; elle la remplit, s'échauffe à son tour, en donnant lieu à de la vapeur qui par sa pression détermine une seconde ascension par le tube D faisant, comme on le voit, l'office de déversoir.

Cette action de la vapeur ne se produit d'abord qu'à des intervalles de temps assez longs; mais à mesure que la température de toute la masse s'élève, les déversements s'effectuent à des instants plus rapprochés; enfin ils finissent par avoir lieu de quart-d'heure en quart-d'heure.

Dans cet appareil, les causes de déperdition de chaleur sont réduites à un petit nombre, d'autant plus que la température à laquelle doit parvenir la lessive, pour fournir de la vapeur dont la force élastique soit capable de soulever une colonne d'eau de 4 à 5 pieds, est de quelques degrés au-dessus du point de son ébullition; aussi la tem-

pérature à laquelle peut être élevée toute la masse de lessive et de toiles dans la chaudière et la cuve, est-elle de bien peu inférieure à 100° centigrades. On pourrait rendre cette déperdition encore moindre, en ajoutant un couvercle à la cuve.

Une fois le coulage terminé il suffit, pour vider la chaudière, d'enlever la partie du tube C comprise entre cc, qui sert à en faire communiquer les parties fixées d'une part à la cuve, de l'autre à la chaudière. De cette façon, la hauteur à laquelle arrive le liquide pour trouver une issue étant moindre dans le tube C que dans le grand tube D, ce sera par le premier que s'effectuera le déversement.

On introduit la lessive dans la chaudière A par la soupape E, que l'on voit dans la *fig.* 4, représentant une chaudière à dessus plat.

Un appareil, participant tout à-la-fois de la cuve à circulation et de l'appareil à pression, imaginé par Montgolfier pour la cuisson de la colle dans les fabriques de papier, a été proposé pour le coulage des toiles : la *fig.* 5 de la *pl.* 4 représente un dessin de cet appareil.

Un cuvier en bois, dont le fond est percé de trous, s'ajuste sur une chaudière en tôle ou en cuivre, sous laquelle est placé immédiatement le foyer. Un tube vertical, portant sur sa hauteur une infinité de trous, s'élève au milieu du cuvier en traversant son double fond, de manière à ce que son extrémité inférieure descende de quelques pouces dans l'intérieur de la chaudière.

Par l'effet de l'augmentation de volume qu'ac-

quiert la lessive en s'échauffant, elle s'élève par le tube vertical et se répand, en passant par les trous dont celui-ci est percé, à l'intérieur des toiles placées dans le cuvier. Dans les premiers instants cette ascension de la lessive n'a lieu qu'en raison de la dilatation du liquide par la chaleur; mais en continuant à s'échauffer, elle fournit bientôt de la vapeur qui s'élève contre le double fond, où elle est retenue par les toiles superposées. Alors, par l'effet de sa force élastique, cette vapeur, déprimant la lessive de la chaudière, la fait monter dans le tube vertical jusqu'à ce qu'arrivée à l'extrémité supérieure elle se déverse sur les toiles. La force élastique de la vapeur qui va en croissant avec la température, est bientôt telle que cette ascension se fait très-rapidement, en sorte que la lessive jaillit avec force par le tube. Pour briser ce jet, on place à quelques pouces au-dessus du tube une espèce de cloche contre laquelle il vient frapper.

Après être ainsi retombée, la lessive descend en s'infiltrant à travers les tissus, et s'écoule dans la chaudière pour y être échauffée et élevée de nouveau.

Une observation faite depuis long-temps trouve ici naturellement sa place, puisqu'elle peut s'appliquer plus particulièrement aux procédés de coulage décrits jusqu'à présent; c'est qu'au moment de l'immersion des toiles dans la lessive, il ne faut pas qu'elles soient trop mouillées, car si elles sont déja complètement imbibées d'eau, elles

ne se laisseront que difficilement pénétrer par le liquide dans lequel on les plongera.

Il ne faudrait pas cependant qu'elles fussent par trop sèches, car alors elles ne se mouilleraient que par places, surtout si elles étaient d'un tissu serré, et l'on se retrouverait dans les mêmes circonstances signalées ci-dessus, où les toiles présentent après le coulage des bandes transversales de différentes nuances. On prévient tous ces inconvénients en laissant les toiles légèrement moites.

Une autre observation également importante doit être rappelée ici ; c'est que, toutes les fois qu'on veut élever ou abaisser la température des toiles, il faut y procéder graduellement, et non pas d'une manière brusque ; car par une transition trop rapide de la température ordinaire au point d'ébullition, par exemple, *et vice versâ*, la matière colorante éprouve une sorte de coagulation qui la fixe sur la toile, et augmente la difficulté qu'on éprouve à l'enlever.

De tous les appareils au moyen desquels on peut effectuer le coulage des tissus, celui qui réunit au plus haut degré la simplicité et l'économie, est celui dans lequel on fait intervenir la vapeur comme moyen de chauffage de la lessive dans laquelle sont immergées les toiles.

Dans un cuvier en bois plus ou moins grand, que l'on remplit de toiles jetées sans ordre et faiblement tassées, on ajoute assez de lessive pour que les toiles en soient recouvertes ; un tube, communiquant avec une chaudière à vapeur, vient

déboucher dans l'intérieur du cuvier à son fond. Par la condensation de la vapeur, toute la masse des toiles et de la lessive s'échauffe et parvient promptement au point d'ébullition. La chaleur, plus élevée et plus uniformément répartie que dans toutes les autres méthodes, favorise l'action des alcalis, qui s'exerce plus également sur les différentes parties des toiles.

Lors du mouvement occasionné par la condensation de la vapeur et l'ébullition du liquide dans le cuvier, on conçoit que si les toiles participaient à cette agitation il en résulterait, surtout contre les parois du cuvier, un frottement qui les userait, ou les soutiendrait en partie au-dessus du niveau de la lessive. Pour prévenir cette action, on retient les toiles d'une manière invariable, au moyen d'une claire-voie faite avec des solives, de manière à ce qu'elles soient toujours recouvertes par deux ou trois pouces de lessive. Je recommande beaucoup cette pratique, trop souvent négligée, quel que soit l'appareil dont on fait usage; elle empêche une foule d'avaries dont le blanchisseur cherche vainement la cause, et qui ne proviennent que de l'avoir négligée. C'est ainsi que dans le coulage au chaudron, et dans celui où les déversements de la lessive ont lieu par l'effet de la pression de la vapeur, quoiqu'on ait assez généralement l'habitude de recouvrir les toiles avec un charrier, les déversements se faisant constamment à la même place, il est bien difficile que le charrier suffise pour garantir complètement les toiles placées en ce point, de l'action

énergique du jet de lessive bouillante, si souvent répété. Cet inconvénient est évité en maintenant au-dessus des toiles une couche d'eau de quelques pouces, qui arrête le jet et répartit la lessive uniformément en l'obligeant à s'étendre sur toute la surface du cuvier.

Les parties des différentes pièces de toiles qui se trouvent hors de l'eau sont arrosées par la lessive, lorsque celle-ci est déversée à la surface du cuvier. Cette lessive dépose sur ces parties l'alcali qu'elle contient, celui-ci par l'évaporation se trouvant presqu'à sec, et par ce seul fait plus concentré et à une température élevée, en contact avec le tissu, doit nécessairement agir sur lui d'une manière très-énergique. Ce sont des toiles sur lesquelles a eu lieu une semblable action de l'alcali, que les ouvriers appellent *brûlées par la lessive.*

Afin de se mettre à l'abri de toute déperdition de chaleur dans le coulage par la vapeur, on ne se contente pas de recouvrir seulement le cuvier avec un couvercle en bois que l'on assujétit fortement; mais comme la vapeur pourrait trouver une issue au point de jonction du couvercle avec le cuvier, on met entre deux des morceaux d'étoffe de laine. Un coulage dans un appareil de ce genre n'exige aucun soin, presque pas de surveillance, et ne dure pas au-delà de quatre heures.

Un des grands avantages que présente l'emploi de la vapeur pour le coulage des lessives est la suppression des foyers et des chaudières. Chacun des appareils ci-devant décrits se compose d'une cuve, d'une chaudière et de son foyer. Dans une

blanchisserie où l'on chauffe à la vapeur, une seule chaudière, placée hors de l'atelier, à laquelle on donnera les dimensions convenables, pourra suffire, quel que soit le nombre de cuves qu'on aura à chauffer.

Comme quelques blanchisseurs pourraient désirer connaître les règles à suivre pour l'établissement d'un chauffage à la vapeur, je vais leur fournir un exemple des calculs au moyen desquels on détermine la grandeur des différentes parties de l'appareil, afin qu'ils opèrent d'une manière sûre et économique. Je ferai observer d'abord que les données sur lesquelles je vais raisonner et les résultats qu'elles fourniront ne sont pas seulement indiqués par la théorie, mais que l'expérience les confirme journellement.

Prenant pour exemple une blanchisserie de neuf cuves, dans chacune desquelles on voudra faire un coulage par vingt-quatre heures, le contenu total des neuf cuves sera représenté par une masse d'eau égale à

9 × 2600 lit. (1)(23400) en nombres ronds 24000 lit., qui, divisés par le temps (vingt-quatre heures), donnent précisément 1000 litres ou kilogrammes d'eau à porter par heure à la température de 100° centigrades.

Un kilogramme de vapeur d'eau, en revenant à l'état liquide, développe une quantité de cha-

---

(1) Cette capacité de 2600 litres que je suppose aux cuves, est à peu près celle des cuves en usage dans les blanchisseries de Valenciennes et des autres villes des départements du nord.

leur capable d'élever à peu près 6 kilog. d'eau, prise à la température moyenne de + 10° à celle de + 100°; ainsi il faudra diviser les 1000 litres par 6, et le quotient sera le nombre de kilogram. de vapeur à produire pour les porter au point d'ébullition : or, $\frac{1000}{6}$=(166) 170 kilog.

Quelle sera actuellement la surface qu'on devra donner à une chaudière de cuivre pour qu'elle puisse fournir 170 kilog. de vapeur par heure?

Un résultat pratique bien constaté apprend qu'une surface de cuivre d'un mètre carré ayant 5 mm. 68 d'épaisseur se laisse traverser par une quantité de chaleur suffisante pour vaporiser 40 kilog. d'eau par heure. Divisant donc 170, nombre des kilog. de vapeur à produire par heure, par 40, on aura $\frac{170}{40}$=4,25 m. carrés pour la surface à donner à la chaudière. Mais comme, dans un pareil vase placé sur le feu, il n'y a jamais que la moitié de la surface qui en reçoive l'action, il faut doubler ce nombre de 4.25 m. carrés, ce qui donnera pour la surface totale de la chaudière 8,50 m. carrés; en nombres ronds, 9 m. carrés.

La dimension des tubes qui doivent servir à porter la vapeur, tant dans les cuves, que dans les différentes parties de l'atelier où l'on peut avoir besoin de chauffer de l'eau, n'est pas non plus une chose indifférente. Si le diamètre qu'on leur donne est très-grand, ce sera d'abord un surcroît de dépense inutile; si au contraire on se sert de tubes très-petits, la vapeur se trouvant exposée en un filet très-mince à l'action de l'air ambiant, il y en aura une grande quantité de

condensée ; et en outre, la vitesse avec laquelle la vapeur s'échappe par les orifices, étant proportionnelle à leur surface, il faudra d'autant plus de temps pour élever la température d'une masse donnée de liquide au moyen de la vapeur, que celle-ci y arrivera dans un espace de temps plus long.

D'après M. Christian, la section la plus petite possible d'un tube destiné à donner issue à la vapeur d'une chaudière à + 100° centigrades, doit être à peu près la 1000e ou la 1200e partie de la surface de l'eau exposée au feu. En admettant cette donnée, on voit que dans l'exemple ci-dessus la surface de l'eau étant égale à 4.50 m. carrés, la surface d'ouverture du tube par lequel s'échappera la vapeur pourrait n'être que 0 m. 0045, ou même 0 m. 00575.

Mais en employant un tube d'un aussi petit diamètre, on tomberait dans l'inconvénient que j'ai signalé plus haut, de présenter la vapeur en un filet très-mince, d'où résulterait infailliblement une condensation considérable. Le rapport le plus convenable entre la surface de l'eau qui fournit la vapeur et l'aire de l'orifice du tube qui doit donner issue à cette même vapeur, paraît être comme 20 à 1. La surface d'ouverture du tube placé sur la chaudière ci-devant établie devra donc être égale à 0,225 ^{mm}. carrés.

La transmissibilité de la chaleur n'étant pas la même pour tous les métaux, les dimensions de la chaudière devront changer avec le métal que l'on emploiera; ainsi la tôle ou la fonte, qui sont les

deux substances servant le plus souvent après le cuivre à fabriquer les chaudières, ne laissent passer par chaque mètre carré de surface que la quantité de chaleur capable de vaporiser 20 kilog. d'eau par heure; en sorte qu'en employant une chaudière de tôle, par exemple, pour produire les 170 kilog. de vapeur dont on aurait besoin dans une blanchisserie de neuf cuves, il faudrait lui donner une capacité précisément double de celle qui a été calculée pour une chaudière de cuivre.

Pour porter la vapeur, les tubes de plomb auraient, sur ceux de cuivre, le double avantage du bon marché et de la propriété d'être moins bons conducteurs du calorique; mais leur grande malléabilité ne permet guère de les employer que lorsqu'ils ont peu de longueur : aussi le plus souvent le tube principal partant de la chaudière est-il en cuivre, et l'on ne se sert de tubes de plomb que pour ceux qui viennent prendre sur celui-ci la vapeur nécessaire à chaque cuve.

C'est peut-être également ici le lieu de dire quelques mots sur ces derniers vases, relativement aux matières avec lesquelles on les fabrique.

Les premiers vases dont on a fait usage pour couler les lessives étaient de grands cuviers en bois, présentant la forme d'un cône renversé. Par l'action des alcalis sur la matière ligneuse, ces vases étaient promptement mis hors de service. On crut faire une économie en construisant de grandes cuves circulaires en maçonnerie, dont la durée était pour ainsi dire indéfinie; mais on ne

prit pas garde que ce changement dans la matière des cuves occasionnait une consommation plus grande de combustible; en sorte que les cuves en maçonnerie, économiques en apparence, devenaient par le fait très-dispendieuses.

En effet, la brique jouissant de la propriété conductrice de la chaleur à un plus haut degré que le bois, on concevra sans peine d'abord que la quantité de chaleur nécessaire pour échauffer une cuve en maçonnerie doit être plus grande que celle qu'exige une cuve en bois, à capacités égales, la masse solide étant plus considérable dans la première que dans la seconde, puisqu'on ne peut pas donner moins de huit pouces d'épaisseur aux parois d'une cuve en maçonnerie, tandis que celles d'un cuvier en bois n'ont jamais au-delà de deux pouces.

En second lieu, le calorique pouvant se mouvoir avec facilité dans les matières qui servent à former les briques, se propage jusqu'à la surface extérieure, où il sert à échauffer l'air ambiant qui se renouvelle sans cesse par l'effet de cette même chaleur; de là une déperdition continue de calorique qu'il faut nécessairement remplacer en augmentant la quantité de combustible.

Le bois ne jouissant, au contraire, qu'à un très-faible degré de la propriété conductrice de la chaleur, me semble à tous égards la substance la plus propre à fabriquer les vases dans lesquels on opère le coulage des lessives. L'économie de combustible qui résulte de l'emploi de cuviers en bois compense et au-delà la dépense de leur renouvellement.

Les dimensions des chaudières, relativement à celles des cuves, me paraissent un sujet auquel on n'a pas fait assez d'attention. Si la chaudière est très-petite comparativement à la cuve, la portion de lessive chaude portée à différentes reprises sur les toiles ne pourra élever que de très-peu de degrés la température de la masse entière ; si au contraire elle est très-grande, le temps qui s'écoulera pour que la lessive la remplisse de nouveau et celui qu'elle emploiera pour s'échauffer, devenant très-longs, les toiles dans la cuve resteront presqu'à sec, ce qui permettra à l'alcali déposé par la lessive d'agir sur elles d'une manière très-énergique; et l'on retombera ainsi dans les inconvénients, déja plusieurs fois signalés, de mettre les tissus en contact avec une lessive concentrée.

Il est donc convenable d'établir un certain rapport entre les deux vases qui servent au coulage, afin que l'opération marche d'une façon plus régulière. Je crois qu'on atteindra parfaitement ce but en fixant ce rapport dans la proportion de 1 pour la chaudière, à 4 pour la cuve, ou peut-être mieux encore dans celle de 1 à 5 (1).

---

(1) Est-il besoin de faire remarquer que cette observation sur les capacités relatives à donner aux chaudières et aux cuves ne trouve son application qu'autant que le coulage se fait par tout autre moyen de chauffage que par l'emploi direct de la vapeur.

PRÉPARATION DES LESSIVES.

De tous les corps qui servent à enlever les matières colorantes dont est recouverte la surface des tissus, les alcalis sont ceux dont l'action est la plus énergique, celle qu'on doit renouveler un plus grand nombre de fois, par conséquent celle dont il est surtout utile d'étudier les circonstances pour la régulariser. D'après cela, les premières recherches d'un blanchisseur doivent avoir pour but de s'assurer, du moins de la manière la plus approximative, des proportions d'alcali nécessaires pour une quantité donnée de toiles. Cette quantité peut varier, il est vrai, selon la finesse des tissus et la teinte plus ou moins foncée qui les colore; mais des observations multipliées, suivies avec quelque soin, procureront aux blanchisseurs la facilité de reconnaître, à l'inspection seule d'une toile, quelle doit être la force ou le degré de concentration de la lessive qu'il sera nécessaire d'employer, et même le nombre d'opérations auxquelles il faudra qu'elle soit soumise pour arriver à un blanchiment parfait.

Ces connaissances pratiques sont d'une trop grande importance dans l'art du blanchiment pour qu'un manufacturier puisse négliger de les acquérir, sans qu'il en résulte de graves inconvé-

nients pour lui. C'est cette habitude de juger par l'apparence physique d'une toile, des manipulations qui devront suivre, qui fournit le moyen d'opérer avec facilité un triage par lequel les toiles sont réunies en groupes distincts, suivant qu'elles exigeront une même force dans les lessives et un nombre égal de coulages. On conçoit qu'il est tout-à-fait impossible de donner des règles à ce sujet; mais dans un ouvrage tel que celui-ci on doit rappeler aux blanchisseurs combien ces connaissances leur sont nécessaires, s'ils veulent apporter dans leurs opérations toute l'économie de temps et de matières dont elles sont susceptibles.

Dans le chapitre consacré aux *Caractères distinctifs et propriétés chimiques des alcalis*, on a vu quelle était la nature de ces substances; les proportions de leurs principes constituants ont été également données, ainsi que les moyens d'enlever à la potasse et à la soude le gaz acide carbonique qui les neutralise : il ne me reste plus qu'à indiquer la manière d'opérer dans les ateliers cette décomposition, et les circonstances dans lesquelles on devra placer les substances qui ont à réagir les unes sur les autres, pour que cette décomposition soit complète.

La propriété dont jouit la chaux, soit vive, soit éteinte, de s'emparer du gaz acide carbonique combiné avec la potasse ou la soude, par conséquent de faire passer ces corps à l'état de causticité, c'est-à-dire de les placer dans les circonstances les plus favorables pour contracter des combinaisons; cette propriété, dis-je, n'a pas lieu

dans tous les cas indifféremment. Si l'on se contentait, par exemple, de mélanger les substances sèches, la décomposition ne s'effectuerait que très-difficilement et seulement dans les parties immédiatement en contact : il faut donc faire intervenir l'eau comme véhicule dans cette action.

Par l'effet de leur dissolution dans l'eau, la potasse ou la soude se trouvent dans un contact plus intime avec la chaux ; l'action de celle-ci sur l'acide carbonique que renferment les premières peut donc s'exercer par un plus grand nombre de points ; aussi n'est-ce que comme dissolvant que l'eau paraît agir dans cette opération.

Après s'être préalablement assuré, par les méthodes indiquées dans le chapitre déja cité, du degré de la potasse ou de la soude, ou, en d'autres termes, après avoir reconnu la quantité réelle qu'en contient la substance alcaline que l'on veut traiter, ainsi que les proportions relatives de chaux, on fera dissoudre l'alcali dans cinq ou six fois son poids d'eau, ensuite l'on y ajoutera la chaux, on brassera fortement le mélange durant quelques minutes, après quoi on l'abandonnera à lui-même.

Dès l'instant où les corps sont en présence, la décomposition commence à s'effectuer : le sous-carbonate de chaux qui en est le résultat immédiat, se précipite avec les matières étrangères insolubles mêlées à la substance alcaline et la chaux, si l'on en a employé un excès. Le liquide surnageant, parfaitement limpide, est une dissolution caustique de potasse ou de soude.

Une fois le dépôt complètement établi, on transvasera sans la troubler cette dissolution ou lessive dans un autre vase, au moyen d'un siphon, ou, ce qui est plus commode, d'une canelle que porte le premier vase dans lequel s'est fait le mélange, à quelques pouces au-dessus de son fond, afin que le dépôt n'arrive pas jusqu'à son ouverture.

C'est dans ce second vase qu'on ajoute à cette lessive, qui est alors très-concentrée, l'eau nécessaire pour la ramener au degré de force convenable pour la faire agir sur les toiles.

Quoique cette action de la chaux sur le gaz acide carbonique combiné avec la potasse ou la soude puisse très-bien avoir lieu à froid, cependant la chaleur la favorisant singulièrement, en sorte que par son intervention la décomposition marche avec plus de promptitude et d'une manière plus complète, on devra employer de l'eau chaude si l'on traite le carbonate par la chaux éteinte; on pourra s'en dispenser si l'on fait usage de chaux vive.

Dans ce dernier cas, après avoir mêlé la substance alcaline et la chaux vive, celle-ci en fragments gros au plus comme le poing, toujours dans les proportions convenables, on ajoutera d'abord deux ou trois seaux d'eau seulement.

En absorbant cette eau pour passer à l'état d'hydrate, la chaux développe assez de chaleur pour porter le mélange à une température très-élevée; on continuera à jeter de l'eau à mesure qu'elle sera absorbée, et enfin on en mettra une quan-

tité suffisante pour dissoudre tout l'alcali; et après avoir brassé avec soin le liquide, on laissera le dépôt s'effectuer comme dans le premier cas; on tirera enfin la lessive à clair dans un second vase.

Quel que soit celui des deux procédés que l'on mette en usage, il faudra jeter deux ou trois fois de l'eau sur le dépôt pour le laver, et réunir toutes ces eaux à la première : ainsi lavé, le dépôt ne devra plus avoir de saveur.

En établissant les proportions de chaux indiquées au chapitre qui a pour titre: *Caractères distinctifs*, etc., j'ai dû considérer cette substance comme étant parfaitement pure ; c'est ce qui n'arrive jamais. La chaux qu'on se procure dans les arts contient toujours des parties de calcaire qui n'ont pas été suffisamment calcinées, souvent même des pierres. Dans la détermination des proportions de chaux que l'on emploiera, il faudra tenir compte de la quantité de matières étrangères mêlées avec elle, et par conséquent les augmenter suivant qu'elle sera moins pure.

Lorsqu'on fait usage de chaux éteinte (hydrate de chaux), il faut bien se rappeler que pour passer à cet état elle a absorbé près de la moitié de son poids d'eau ; c'est donc autant qu'on devra en ajouter de plus.

Il sera bien de s'assurer de temps en temps si la décomposition a été complète. Pour cela on prendra dans un verre une très-petite quantité de la lessive tirée à clair, un centilitre environ, et l'on versera dedans un acide quelconque jusqu'à parfaite saturation. S'il ne se produit aucun dé-

gagement de gaz acide carbonique, c'est une preuve que tout le sous-carbonate alcalin a été décomposé, et qu'ainsi la chaux est en quantité suffisante. Si au contraire on obtient une effervescence, ce sera un indice que les proportions de chaux employées ne sont point assez fortes. On peut arriver au même résultat en versant dans la lessive, au lieu d'un acide, un peu d'eau de chaux. Si la liqueur se trouble, c'est qu'elle contient encore du carbonate non décomposé.

On peut craindre d'autre part d'avoir employé un excès de chaux, de sorte qu'il s'en trouve de dissoute dans le liquide; rien de plus aisé que de s'en assurer. Après avoir versé comme ci-dessus un peu de lessive bien claire dans un verre, on prend un tube de verre ouvert par ses deux bouts, on plonge une de ses extrémités dans le verre, et l'on souffle par l'autre avec la bouche, de manière à faire passer l'air expiré à travers la liqueur. Si la lessive contient de la chaux en dissolution, celle-ci se combinera avec l'acide carbonique de l'air expiré, et formera un sous-carbonate de chaux insoluble qui en troublera la transparence. Le résultat sera encore le même si, au lieu de faire passer l'air expiré dans la liqueur, on y ajoute quelques gouttes d'une dissolution bien claire de sous-carbonate de potasse ou de soude, parce que celui-ci sera décomposé et qu'il y aura également production d'un sous-carbonate de chaux insoluble, qui donnera à la lessive une teinte louche et finira par se précipiter au fond du verre.

En soumettant les tissus à l'action des alcalis,

le but qu'on se propose étant d'enlever les matières colorantes qui les salissent, il est surtout important, pour arriver au meilleur résultat possible, de ne présenter les alcalis qu'à un grand état de pureté, afin qu'il ne puisse pas s'opérer d'échange, c'est-à-dire que l'alcali s'empare bien de la matière colorante du tissu, mais en y en substituant d'autres dont il se serait primitivement chargé.

Il faut donc bien se donner garde de déposer les lessives et surtout d'opérer leur caustification dans des vases qui pourraient leur céder des matières colorantes. Les vases qui présenteraient à cet égard le plus de sécurité seraient ceux en fonte, mais on fait plus communément usage de cuviers en sapin; seulement avant de s'en servir pour la première fois, il faut avoir la précaution d'y faire éteindre quelques livres de chaux, avec laquelle on les lavera soigneusement à plusieurs reprises.

On doit rejeter l'emploi des vases en plomb, ou revêtus intérieurement de feuilles de plomb; ce métal exposé à l'air se recouvre d'une couche d'oxide qui passe ensuite à l'état de carbonate : or, les potasses, les soudes et les sels de soude du commerce contiennent toujours des sulfures; ceux-ci sont décomposés par le sous-carbonate de plomb, d'où résulte un sulfure de plomb rouge qui, s'il était porté sur les toiles, les colorerait immanquablement.

Dans quelques établissements, j'ai vu faire usage de grands bassins en pierre calcaire. Cette sorte

de pierre a l'inconvénient d'être attaquée par les alcalis caustiques, qui dissolvent la silice qui entre toujours en proportions plus ou moins grandes dans leur composition, en sorte que ces bassins sont assez promptement mis hors de service.

Appendice au chapitre précédent.

EMPLOI DES VIEILLES LESSIVES.

Après le coulage, le liquide alcalin ou lessive est plus ou moins complètement neutralisé; il tient en dissolution le composé d'alcali et de matière colorante enlevée aux tissus. La majeure partie des blanchisseurs ont regardé jusqu'à présent cette lessive comme ne pouvant plus être d'aucune utilité; quelquefois seulement on faisait servir la lessive dans laquelle avaient coulé des toiles presque blanches à d'autres moins avancées.

Rien de plus facile cependant que de rendre à cette lessive ses propriétés alcalines, par conséquent la possibilité de former de nouveau des combinaisons avec la matière colorante des tissus qu'on soumettra à son action.

Berthollet, qui avait reconnu la propriété de l'eau de chaux de précipiter les parties colorantes des lessives de potasse ou de soude, et avait même laissé entrevoir la possibilité d'en tirer parti dans le blanchiment en grand, paraît cependant craindre que l'avantage qu'on

pourrait en retirer ne fût pas assez grand pour compenser les embarras des manipulations. « Peut-« être, ajoute ce chimiste célèbre, vaudrait-il « mieux faire évaporer les lessives et calciner le « résidu, pour détruire les parties colorantes et « rétablir l'activité de l'alcali (1). »

Mais il me semble que les embarras des manipulations, que Berthollet avait en vue surtout d'éviter, se présenteraient ici en bien plus grand nombre. Une blanchisserie devrait, dans ce cas, être fournie de fourneaux et de chaudières d'évaporation d'autant plus nombreux, qu'elle travaillerait davantage; d'un fourneau à réverbère pour calciner les résidus, etc., etc.

Les masses de liquide sur lesquelles il faudrait opérer, si l'on voulait précipiter la matière colorante de toutes les lessives dont on se sert dans une blanchisserie avec de l'eau de chaux, serait, il est vrai, un obstacle à la possibilité de cette opération, par le nombre de vases qu'elle exigerait, puisque l'eau ne dissout pas, ainsi qu'on l'a déja vu, plus de $\frac{1}{770}$ de son poids de chaux à la température de + 15° 6.

On se met à l'abri des inconvénients qui accompagnent l'un et l'autre de ces procédés en ajoutant dans la lessive, non pas de l'eau de chaux, mais de la chaux, soit vive, soit éteinte. La chaux ayant pour la matière colorante encore plus d'affinité que les autres alcalis, et formant avec elle

---

(1) Berthollet, *Éléments de l'art de la teinture.*

un savon insoluble, l'enlève à la potasse et à la soude, et le nouveau composé se précipite. L'alcali de la lessive se trouve donc de nouveau libre et ramené à l'état caustique. La chaleur que développe la chaux vive pour passer à l'état d'hydrate, favorisant singulièrement cette action de la chaux sur le composé de potasse ou de soude et de matière colorante, il est avantageux de faire usage de chaux vive.

La lessive ainsi traitée par la chaux jouit de toutes les propriétés de celle qui n'a pas servi au coulage; mais comme elle conserve une légère teinte jaune, il faut seulement avoir l'attention de ne la faire servir qu'au coulage de toiles moins avancées en blanchiment que celles sur lesquelles elle a agi en premier lieu.

Si cette lessive se trouvait trop affaiblie, on pourrait la ramener au degré de concentration nécessaire en y ajoutant une quantité suffisante de dissolution alcaline concentrée.

On peut désirer connaître si toute la matière colorante en dissolution dans la lessive a été précipitée par la chaux : pour cela, après en avoir pris un peu dans un verre, on y ajoutera de l'acide sulfurique en excès. Si toute la matière colorante a été entraînée, la liqueur ne se troublera pas; mais si la proportion de chaux n'avait pas été assez grande, à mesure que l'acide saturera l'alcali on verra nager des flocons grisâtres de matière colorante qui finiront par se déposer. Dans ce cas, il faudrait ajouter de la nouvelle chaux.

Ce procédé que j'ai mis très-souvent en pra-

tique, et toujours avec un plein succès, est aujourd'hui suivi par plusieurs blanchisseurs auxquels je l'ai indiqué, et qui s'en trouvent très-bien.

Les appareils dans lesquels on peut effectuer cette revification de la lessive se composent de deux cuviers au plus : l'un pour recevoir la lessive après le coulage, dans lequel on ajoutera la chaux nécessaire, et où on laissera le dépôt se former; l'autre dans lequel on fera écouler cette lessive après son traitement par la chaux, lorsque les matières étant précipitées elle sera parfaitement claire.

IMMERSIONS DANS L'EAU ACIDULÉE, OU BAINS D'ACIDE.

Après avoir subi les différentes opérations propres à les débarrasser des matières colorantes qui altéraient leur blancheur, les toiles ont encore besoin d'être plongées pendant quelques heures dans une eau légèrement acidulée, afin de leur enlever une légère teinte citrine que les alcalis et le chlore lui-même ne peuvent faire entièrement disparaître.

Quoique cette immersion ait été depuis longtemps reconnue indispensable, la manière d'agir de l'acide dans cette opération n'a point encore été déterminée. On a prétendu que la toile et le coton contenaient toujours une certaine quantité de fer que l'acide dissout; mais d'une part cette explication ne repose que sur une hypothèse, puisque aucune expérience exacte n'a constaté la présence du fer dans l'acide qui a servi de dissolvant; de plus, lorsque les tissus ont été préalablement soumis à l'action d'une dissolution de chlore, celui-ci agissant sur les matières colorantes, en s'emparant de l'hydrogène qui entre dans leur composition, se transforme en acide hydro-chlorique, le meilleur dissolvant du fer : les bains de

chlore devraient donc faire disparaître cette teinte, et voilà ce qui n'est pas.

On a également supposé que l'acide agissait en charbonnant une petite quantité de matières colorantes que les alcalis ne peuvent détruire.

Même pour l'acide sulfurique, cette supposition n'est pas soutenable; car, en admettant que l'acide affaibli tel qu'on l'emploie exerçât une action aussi énergique qu'on le prétend, il devrait y avoir dégagement de gaz acide sulfureux; c'est ce que ne confirme aucune observation : et en outre, comment expliquera-t-on l'action des acides acétique et hydro-chlorique qui enlèvent pareillement cette teinte jaune?

D'autres personnes ont pensé que le rôle de l'acide se bornait à neutraliser la petite portion d'alcali qui, malgré les lavages les mieux faits, peut rester dans l'intérieur des tissus; elles ont regardé la teinte jaune que reprennent quelquefois les toiles, après leur blanchiment, comme un effet de l'altération du tissu par l'alcali qui y sera resté.

Cette dernière explication ne suffit pas peut-être pour se rendre compte bien exactement de l'action de l'acide, mais du moins elle n'est en contradiction avec aucun des phénomènes qui l'accompagnent ou qui la suivent. Quelques faits viendraient même lui donner un certain caractère de probabilité; telle est la difficulté qu'on éprouve dans les manufactures d'impression à à faire succéder à un bain de chlorure de chaux, une immersion dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique, parce qu'il se forme toujours un sul-

fate de chaux qui, étant insoluble, se fixe dans le tissu et agit comme mordant, quand on le passe au bain de garance, d'où résultent des taches ineffaçables, la couleur se trouvant fixée sur des parties destinées à rester blanches.

La substance acide autrefois généralement employée était le lait aigri; on s'en sert encore aujourd'hui en quantités assez considérables dans quelques blanchisseries, notamment dans celles des départements du Nord, qui blanchissent surtout des batistes et des fils à dentelles. On prétend que les tissus et les fils exposés à l'action d'un bain de ce genre ont plus de souplesse que n'en peuvent acquérir ceux qu'on soumet à l'action de l'acide sulfurique : rien cependant ne justifie cette assertion, qui n'a été sûrement suggérée que par l'état physique des deux substances. On a cru que la matière caseuse du lait, en contact avec les tissus, pouvait leur communiquer quelques-unes de ses propriétés onctueuses : il est certain cependant qu'il est tout-à-fait impossible de reconnaître si des toiles blanches ont été plongées dans du lait aigri ou dans un bain acidulé par l'acide sulfurique. Mais la routine l'emporte encore; et malgré le prix élevé du lait et les inconvénients qui accompagnent cette sorte de bain, les blanchisseurs n'y renoncent que bien difficilement.

Je viens de dire que cette sorte de bain présente des inconvénients : le premier est la durée de l'opération, qui exige, pour être bien faite, d'être prolongée durant six ou huit jours; le se-

cond, c'est que le lait que l'on est obligé de réunir en grandes masses, et de garder pendant plusieurs jours, se décompose, répand une odeur fétide et malsaine, et produit sur les tissus tous les mauvais effets de la putréfaction; en sorte que si réellement il donnait aux tissus ou aux fils plus de souplesse, ce ne pourrait être qu'en les altérant et leur faisant éprouver un commencement de décomposition. Les signes physiques que présente le bain de lait, après qu'on y a plongé les toiles, indiquent suffisamment la possibilité de cette décomposition par suite de la fermentation putride. Peu d'heures en effet après l'immersion des toiles il se dégage des bulles qui viennent crever à la surface du bain, qui se recouvre d'écume. Ce mouvement intestin se continue durant tout le cours de l'opération, et sert même à en fixer la durée; il se détermine avec plus de promptitude et finit également plus tôt en été qu'en hiver. Quand le dégagement de gaz cesse, c'est-à-dire au bout de cinq à six jours, l'écume s'affaisse; c'est le moment de retirer les toiles, que l'on porte immédiatement au lavage.

Ce fut Home qui le premier proposa de substituer l'eau acidulée par l'acide sulfurique au bain de lait aigri. Cette simple substitution d'un agent à un autre a eu les résultats les plus importants: elle a considérablement facilité la marche des opérations d'une blanchisserie, et fourni les moyens de les mettre en rapport avec les besoins et la consommation immense qui se fait, depuis quelques années surtout, en tissus de coton. Il n'eût

guère été possible, en effet, de se procurer des quantités suffisantes de lait pour soumettre à l'action de l'acide toutes les toiles que l'on blanchit aujourd'hui, et le temps nécessaire à cette seule action eût été un obstacle à la rapidité de l'ensemble des opérations, l'immersion dans le lait aigri demandant six et même huit jours, tandis que celle dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique ne se prolonge pas au-delà de douze heures.

Les proportions employées pour préparer le bain acide sont ordinairement les suivantes : On prend en acide sulfurique à 66° (1,845 de densité) $\frac{1}{40}$ ou $\frac{1}{30}$ du poids des toiles qu'on veut y plonger, que l'on étend de 60 à 80 fois son poids d'eau, ce qui le ramène à une densité de 1,015 environ. A cet état, le liquide contient à peu près 1 $\frac{1}{2}$ pour 100 de son poids d'acide réel. Si les toiles doivent être imprimées ou passées à la garance, on augmentera d'environ un tiers la quantité d'acide : il faudra au contraire la diminuer d'autant pour les tissus légers, et en général pour les étoffes de coton.

Pour la préparation des bains acides, on pourra consulter le tableau que j'ai déja donné en traitant de l'acide sulfurique, de la densité d'un mélange d'acide et d'eau marquant 5° et au-dessous de l'aréomètre de Beaumé, et des proportions d'acide et d'eau dont se compose un pareil mélange.

C'est toujours dans de grands cuviers en bois que l'on soumet les tissus à l'action du bain acide. Après avoir effectué le mélange d'eau et d'acide sulfurique dans les proportions convenables, on

y jette les toiles sans ordre ; seulement des hommes armés de longs bâtons les immergent jusqu'au fond, et les obligent à y demeurer. On remplit ainsi le cuvier, et l'on abandonne l'action à elle-même pendant dix à douze heures, après quoi on retire les toiles et on les lave aussitôt avec le plus grand soin.

Quoique cette opération, très-facile du reste, ne paraisse pas susceptible de donner lieu à des observations, je crois cependant utile de rappeler quelques précautions auxquelles on doit avoir égard. Après avoir versé l'acide dans le cuvier, il est nécessaire de brasser fortement le liquide, afin que le mélange se fasse bien, sans quoi, en raison de sa plus grande pesanteur spécifique, l'acide se précipiterait au fond du cuvier, en sorte que les toiles qui y seraient placées se trouveraient en contact avec de l'acide concentré qui les endommagerait, tandis que celles qui resteraient au-dessus ne seraient baignées que par de l'eau pure.

Pour effectuer ce mélange, on se sert d'une espèce de mouveron, composé d'une planche circulaire percée de trous, portée par son centre à l'extrémité d'un long manche ; un ouvrier armé de cet instrument le promène dans l'intérieur du cuvier, en ramenant à la surface le liquide qui est au fond.

J'ai vu quelquefois les toiles, après avoir été immergées, s'élever au-dessus de la surface du liquide, parce qu'on n'avait pas pris la précaution de les assujétir par un moyen quelconque. Cette

pratique est extrêmement vicieuse : les parties de la toile qui se trouvent hors du bain se sèchent en partie, mais c'est l'eau principalement que l'air emporte; et l'acide, beaucoup moins volatil, se trouvant ainsi concentré, agit alors sur la substance même du tissu et l'altère, d'où résulte par la suite une foule d'avaries dont on cherche vainement les causes. Il faut que les toiles soient, pendant toute la durée de leur immersion, recouvertes au moins de deux pouces d'eau; et pour empêcher leur soulèvement, on fera bien de les maintenir avec un châssis à claire-voie placé dans l'intérieur du cuvier par-dessus les toiles, et fixé d'une manière invariable.

Il faut se rappeler de ne faire usage de fer dans aucune des parties de l'appareil qui doivent se trouver en contact avec le bain d'acide, parce qu'il serait promptement attaqué par ce dernier; ainsi le cuvier, le châssis à claire-voie, devront être chevillés en bois.

Quoique l'acide sulfurique soit bien préférable au lait, il n'est pas sans quelques inconvénients: le premier que j'ai eu déja l'occasion de signaler est de former avec la chaux qui peut s'être déposée dans les tissus pendant leur immersion dans une dissolution de chlorure, un composé insoluble, du sulfate de chaux, qui donne aux toiles de la roideur, et dont les particules, se trouvant interposées dans l'intérieur des fils, tendent à les user mécaniquement.

La facilité et l'énergie avec lesquelles l'acide sulfurique attaque le tissu lui-même pour peu

qu'il se trouve concentré, ce qui a lieu si les toiles à leur sortie du bain acide ne sont pas lavées et dégorgées parfaitement, rendent dangereux l'emploi de cet agent.

Il est facile de se mettre à l'abri de ces inconvénients en remplaçant l'acide sulfurique avec lequel on acidule le bain par l'acide hydro-chlorique. Ce dernier acide donne en effet des résultats au moins aussi satisfaisants, et ne présente aucun des inconvénients précités.

Ainsi le composé que forme l'acide hydro-chlorique avec la chaux (hydro-chlorate de chaux) étant extrêmement soluble, est facilement entraîné par le lavage, en sorte qu'on peut être certain qu'après leur immersion dans un bain acidulé avec cet acide il ne reste pas un atôme de chaux dans l'intérieur des tissus.

L'action de l'acide hydro-chlorique sur les principes constituants des tissus eux-mêmes peut être regardée comme nulle, si on la compare à celle qu'exerce l'acide sulfurique placé dans les mêmes circonstances.

Ce fut Giobert, chimiste piémontais, qui le premier pensa à substituer l'acide hydro-chlorique, alors acide muriatique, à l'acide sulfurique. Voici comment il s'exprime dans la description d'un procédé pour blanchir les étoupes de chanvre, insérée dans le vol. 2 de la *Bibliothèque italienne :*

« Un bain acide est indispensable pour donner « à la filasse une blancheur éclatante; mais la fi- « lasse une fois blanchie contient de la chaux

« qui, formant avec l'acide sulfurique un sel in-
« soluble, rend cet acide peu propre à cet usage.
« Le sulfate de chaux qui se forme s'attache à la
« filasse, lui donne de la roideur, et il n'est pas
« possible de l'emporter entièrement par le la-
« vage. J'ai trouvé qu'en y substituant l'acide mu-
« riatique (acide hydro-chlorique) la filasse a plus
« de souplesse. »

L'esprit de routine, si funeste aux progrès des perfectionnements dans les opérations des arts, avait fait négliger cette observation de Giobert, qui avait eu cependant la précaution de motiver la préférence qu'il accordait à l'acide hydro-chlorique, en signalant les inconvénients attachés à l'emploi de l'acide sulfurique : mais les connaissances chimiques qui ont pénétré depuis quelques années dans les ateliers ont suggéré à plusieurs blanchisseurs de répéter cette expérience, et le plein succès qu'ils ont obtenu les a engagés à continuer.

Les proportions d'acide hydro-chlorique employées pour la préparation du bain acide sont à peu près les mêmes que celles indiquées d'acide sulfurique, c'est-à-dire $\frac{1}{40}$ environ du poids des tissus, que l'on étend de 40 à 50 fois seulement son poids d'eau. Les prix respectifs des deux acides doivent aussi entrer en ligne de compte pour déterminer la préférence à donner à l'un ou à l'autre. Ainsi l'on a déja vu au chapitre du *Chlore*, pag. 163, que toutes les fois que le prix de l'acide hydro-chlorique est moins de la moitié de celui de l'acide sulfurique, la substitution du pre-

mier en proportion double, à celui-ci, ne laisse pas d'être avantageuse.

Les recommandations précédemment faites sur la manière de préparer le bain acide, telles que le brassement pour le mélange des deux liquides, l'immersion complète des tissus au-dessous de la surface du liquide pendant toute la durée de l'opération, doivent être également suivies lorsque le bain est acidulé par l'acide hydro-chlorique.

On est généralement dans l'usage de jeter le liquide après chaque immersion; on peut cependant faire servir un bain acide à un grand nombre d'opérations : il suffira d'ajouter à chaque immersion nouvelle assez d'acide pour remplacer celui qui aura été enlevé avec les tissus de l'immersion précédente. Ce n'est que lorsque le bain est fortement coloré qu'on doit renoncer à s'en servir.

BAINS DE CHLORE.

Il y a peu de choses à dire sur les bains de chlore dans lesquels on plonge les toiles, lorsque pour ces bains on fait usage de chlore dissous dans l'eau : il suffit d'étendre cette dissolution de manière à la ramener au degré de force convenable. On s'assure de cette force au moyen du chloromètre et d'une dissolution d'indigo : on a vu, dans le chapitre spécialement destiné à l'étude du chlore, les instructions nécessaires pour faire cette épreuve.

Si l'on se sert de chlorure de chaux pour la préparation du bain décolorant, on commence par opérer la dissolution du chlorure ; et quand elle est bien claire, on la verse dans les vases où doit se faire l'immersion.

Quoique cette dissolution ne présente aucune espèce de difficulté, il y a cependant des moyens plus commodes les uns que les autres de l'opérer ; en voici un très-simple : Après avoir jeté dans un tonneau debout, et dont le fond supérieur a été enlevé, le chlorure que l'on veut dissoudre, on verse par-dessus peu d'eau en premier lieu, et l'on brasse fortement avec un mouveron, de façon à bien délayer tout le chlorure ; on ajoute ensuite peu à peu assez d'eau pour remplir le ton-

neau : après avoir agité le tout pendant quelques minutes, on abandonne l'action à elle-même.

Le chlorure du commerce n'étant réellement qu'un sous-chlorure de chaux, dans l'acte de sa dissolution la moitié de ce sous-chlorure est décomposée, son chlore se porte sur l'autre moitié pour la faire passer à l'état de chlorure neutre très-soluble, tandis que la chaux se précipite.

Lorsque cette action a eu lieu et que le liquide est devenu parfaitement clair, on le soutire par différentes canelles que porte le tonneau sur sa hauteur, à à quelques pouces les unes au-dessous des autres; de cette façon on ne risque jamais de troubler le dépôt. Pour achever de dissoudre tout le chlorure, on jette de la nouvelle eau sur le dépôt, et, après avoir agité et laissé reposer comme la première fois, on soutire le liquide clair; cette seconde eau, plus faible que la première, sert à étendre celle-ci. On peut verser une troisième fois de l'eau, mais ordinairement après la seconde, le chlorure étant épuisé, on retire le dépôt et on le jette dans un tonneau voisin, également debout, qu'on entretient toujours plein d'eau : c'est là qu'on puise celle qu'on verse sur le chlorure du premier tonneau.

Les proportions de chlorure que l'on emploie pour le blanchiment d'une quantité donnée de toiles de lin ou de chanvre varient, suivant la qualité et la nuance de celles-ci, entre $\frac{1}{20}$ et $\frac{1}{12}$ de leur propre poids. On divise ce chlorure, pour un certain nombre d'opérations, trois, quelquefois même quatre.

Si l'on ne fait que trois opérations, la totalité du chlorure est divisée de la manière suivante:

1re immersion	$\frac{5}{12}$
2e *idem*..........................	$\frac{4}{12}$
3e *idem*..........................	$\frac{3}{12}$

Mais si l'on divise la totalité du chlorure pour quatre opérations, la répartition pour chacune d'elles doit être faite ainsi qu'il suit:

1re immersion	$\frac{4}{12}$
2e *idem*..........................	$\frac{3}{12}$
3e *idem*..........................	$\frac{3}{12}$
4e *idem*..........................	$\frac{2}{12}$

Les tissus de coton n'exigeant pas des proportions aussi considérables de chlorure, ni un aussi grand nombre d'immersions, on ne doit pas employer plus de $\frac{1}{20}$ ou même $\frac{1}{30}$ du poids des tissus, qu'on divisera de la manière suivante: Si l'on ne fait que deux immersions, le premier bain devra être préparé avec les $\frac{2}{3}$, et le second avec $\frac{1}{3}$ du chlorure.

Mais si l'on partage le chlorure pour trois opérations, les bains seront composés ainsi qu'il suit:

1re immersion	$\frac{5}{12}$
2e *idem*..........................	$\frac{4}{12}$
3e *idem*..........................	$\frac{3}{12}$

Quel que soit le nombre d'opérations, la durée de chacune de ces immersions doit être de huit à douze heures. Il faut avoir soin que les toiles restent entièrement plongées dans le liquide, sans cependant qu'elles soient trop fortement pressées les unes contre les autres, parce qu'il

pourrait se faire que le liquide ne les pénétrant pas complètement, quelques parties échappassent à l'action décolorante du chlore.

Un phénomène observé depuis long-temps, et dont on n'a pas jusqu'ici donné d'explication satisfaisante, se produit fréquemment dans le bain préparé avec le chlorure en dissoution. On la remarqué que dans ces sortes de bains la propriété décolorante du chlore se trouve par fois comme paralysée, en sorte qu'il n'exerce d'abord aucune action sur les tissus; on a reconnu de plus que l'addition dans le bain d'une petite quantité d'acide sulfurique, non seulement prévenait cette stagnation, mais rendait encore plus énergique l'action du chlore sur les matières colorantes.

On a cherché à expliquer cette action de l'acide sulfurique en disant qu'il s'emparait de la chaux du chlorure, et que le chlore ainsi mis à nu se portait sur la matière colorante. Mais outre que cette inertie du chlorure n'a pas toujours lieu, M. Welter a prouvé que le chlore en combinaison avec la chaux n'avait pas perdu la plus petite partie de sa propriété décolorante, et qu'à cet état il exerçait une action tout aussi grande qu'à l'état de gaz (1). Cette explication serait encore insuffisante, attendu que la petite quantité d'acide sulfurique nécessaire à la réussite de l'opération est loin de représenter celle qu'il faudrait pour décomposer tout le chlorure, tandis qu'alors c'est celui-ci en totalité qui agit.

(1) *Annales de chimie et de physique*, tom. VII, pag. 383.

Quoi qu'il en soit, les avantages de cette pratique sont trop marqués pour ne pas en faire usage : il sera donc bien d'ajouter dans le bain préparé par la dissolution du chlorure de chaux une petite quantité d'acide sulfurique ; 100 à 150 grammes d'acide paraissent suffire pour un bain de 2 à 3000 litres et plus.

Lors de l'immersion des toiles dans une dissolution de chlore dans l'eau pure, le résultat de l'action du chlore sur la matière colorante donne lieu à la production d'une certaine quantité d'acide hydro-chlorique. Peut-être n'est-il pas indifférent de neutraliser cet acide, qui, dans son contact prolongé avec les tissus, pourrait réagir sur eux. On y parviendra facilement en ajoutant au bain une poignée ou deux de chaux vive en poudre, ou un peu de potasse ou de soude.

PASSAGE AU BLEU ET AMIDONNAGE.

Après avoir subi toutes les opérations qui avaient pour but de les amener à un blanc parfait, les toiles de lin et de chanvre ont encore besoin de recevoir une légère teinte de bleu qui masque une nuance roussâtre que conservent quelquefois les tissus, et donne en même temps plus d'éclat au blanc, qui se trouve par-là, pour ainsi dire, *avivé*.

L'opération par laquelle on donne aux toiles cette nuance bleue est extrêmement simple. Après avoir délayé dans de l'eau une quantité convenable de bleu d'azur, ou de dissolution d'indigo, on y plonge les toiles, et on les laisse le temps suffisant pour qu'elles s'imbibent complètement de l'eau chargée de substance colorante, ce qui n'exige du reste que quelques minutes; ensuite on les retire, et par la pression on en fait sortir le plus d'eau que l'on peut; il ne reste plus après cela qu'à les porter au séchoir.

D'après ce qui vient d'être dit, on doit voir que le petit nombre d'appareils nécessaires à cette opération, n'offre rien de compliqué, et qu'on peut en varier la forme et la disposition suivant

sa fantaisie ; en voici cependant un tout à-la-fois simple et commode, aussi est-il presque généralement employé.

Le vase dans lequel on délaie l'azur est un baquet pouvant contenir dix à douze pièces de toile : ce baquet, auquel on donne ordinairement une forme ovale, se trouve placé, dans le sens de son plus grand axe, entre deux poteaux droits portant chacun un gros crochet en fer, l'un fixe, l'autre mobile au moyen d'une manivelle.

Les toiles placées dans le baquet, et suffisamment imbibées, l'ouvrier prend une pièce, l'engage par une de ses extrémités sur l'un des crochets, puis sur l'autre, revient au premier, et ainsi de suite jusqu'à ce que la pièce entière se trouve ainsi suspendue dans une position horizontale. Saisissant à ce moment la manivelle, il lui imprime un mouvement de révolution, ce qui occasionne la torsion de la toile. L'effet de cette torsion est d'exprimer la majeure partie de l'eau dont s'était chargée la toile, qui n'a plus besoin que d'être portée au séchoir. Après cette première pièce, l'ouvrier en passe une seconde, et ainsi des autres.

Lorsque les toiles sont très-fines, comme les linons, batistes, etc., on ne les engage pas directement sur les crochets, parce qu'en les tordant on pourrait facilement les déchirer; mais on les enveloppe dans une toile forte ou un filet porté par les deux crochets.

A mesure que le bain s'épuise de la matière colorante, soit azur, soit indigo, on remplace la

partie emportée par les toiles en y en mettant de la nouvelle, afin que les toiles d'une même qualité reçoivent une teinte parfaitement uniforme. Lorsqu'on fait usage de bleu d'azur, on l'enferme ordinairement dans un nouet de toile qu'on laisse dans le bain, et que l'ouvrier exprime au besoin.

A la teinte bleue que l'on est également dans l'usage de donner aux tissus de coton, on ajoute un peu d'apprêt afin qu'ils aient plus de fermeté. Ces deux opérations se font conjointement; il suffit d'ajouter dans le bain une certaine quantité d'empois.

L'appareil que je viens de décrire ne peut servir que lorsqu'on ne veut donner aux tissus qu'un apprêt très-léger; mais si l'on avait besoin de charger les tissus de coton d'une plus grande quantité d'empois, ainsi que cela se pratique pour les toiles grossières, on ne peut plus faire usage de cet appareil : le liquide étant dans ce cas trop épaissi par l'empois, ne pourrait pas pénétrer dans l'intérieur de la pièce.

Dans quelques manufactures, on se sert de l'appareil suivant. *Voy.* pl. 3, fig. 6 et 7.

AA. Table en bois, ayant environ six pieds de longueur, et une largeur relative à celle des toiles que l'on veut apprêter.

B. Petite auge pratiquée dans la table A, destinée à recevoir les matières qui doivent former l'apprêt.

c. Traverse en bois au-dessous de laquelle passe la toile, qui se trouve de cette façon obligée à descendre jusqu'au fond de l'auge.

DD. Cylindres en bois, recouverts d'une grosse toile, entre lesquels s'engage la toile à sa sortie de l'auge; ils reçoivent un mouvement de révolution au moyen d'une manivelle. Ils servent à exprimer la trop grande quantité d'empois dont se charge la toile, et qu'elle emporte. A cet effet, l'axe du cylindre supérieur repose sur des coussinets mobiles qui permettent de l'abaisser ou de l'élever au besoin. On donne à ces cylindres six pouces au plus de diamètre; la précaution que l'on prend de les recouvrir de toile sert à compenser l'irrégularité qui se produit dans la distance à laquelle on veut les maintenir dans toute leur longueur, par suite de l'humidité qui les fait presque toujours se déjeter un peu.

Un ouvrier placé à l'extrémité de la table, du côté de l'auge B, prend une pièce qu'il étend sur sa largeur; il en fait passer la tête sous la traverse *c*, puis entre les cylindres DD, en ayant soin qu'il ne se forme pas de pli. A sa sortie d'entre les cylindres un second ouvrier, debout, à l'extrémité opposée de la table, saisit la toile entre les deux mains, et la ramène devant lui pour la ployer, tandis qu'un troisième ouvrier agit sur la manivelle du cylindre D pour le faire tourner. La pièce est immédiatement portée au séchoir, pour y être étendue.

Dans tous les cas, la préparation de l'amidon est la même, sauf qu'on le fait plus ou moins épais, suivant qu'on veut donner un apprêt plus ou moins fort.

On ajoute quelquefois à l'empois une petite quantité d'une dissolution d'alun; les toiles en acquièrent un peu de lustre et plus de fermeté: quelques blanchisseurs y mettent encore, et toujours dans le même but, un peu de gomme adraganthe.

Les matières dont on fait usage pour donner aux toiles la teinte bleue, sont: l'azur, plus rarement l'indigo. L'azur est une poudre de verre coloré en bleu par l'oxide de cobalt; on le tire principalement de la Saxe, de Schneiberg; on en fabrique également en Bohême, et en France dans la vallée de Luchon, au milieu des Pyrénées. L'azur qu'on obtient dans ces deux derniers pays est moins estimé que celui de Saxe.

Voici, en peu de mots, la manière de fabriquer l'azur:

Après avoir trié et bocardé le minerai de cobalt pour en séparer les parties terreuses et les autres matières qu'il contient, on le grille pour en volatiliser la plus grande partie du soufre et oxider le cobalt. Cette opération préliminaire étant achevée, le minerai est pilé, tamisé et mélangé avec deux ou trois parties de quartz ou de sable: ce mélange est ce qu'on nomme *safre.*

On obtient le verre d'azur en ajoutant au safre les matières pour faire le verre, d'autres fois en fondant un mélange d'oxide de cobalt et de silex.

Quel que soit celui de ces deux procédés que l'on emploie, la matière vitrifiée est ensuite broyée jusqu'à ce qu'elle soit réduite en poudre impalpable au moyen de meules horizontales d'un grès

micacé très-dur. On opère la séparation de cette poudre en divers degrés de finesse au moyen des lavages par décantation dans de grands tonneaux, percés sur leur hauteur de quatre ouvertures à égales distances l'une de l'autre : ces divers degrés sont connus dans le commerce sous les noms d'*azur de premier*, *de second*, *de troisième* et *de quatrième feu*. On entend par le mot *feu* le degré de vivacité de la couleur et de finesse de l'azur.

L'indigo, employé plus rarement, est cependant susceptible de donner une belle nuance ; et si les blanchisseurs préfèrent généralement l'azur, malgré son prix plus élevé, peut-être n'est-ce que parce qu'ils ne savent pas convenablement préparer l'indigo : quelques instructions à cet égard ne me semblent donc pas hors de propos.

Il faudra commencer par préparer une dissolution d'indigo dans l'acide sulfurique, ainsi qu'il a été dit au chapitre des *Essais chlorométriques ;* après avoir étendu cette dissolution d'une quantité arbitraire d'eau, on neutralisera l'acide, ce qu'il est aisé de faire en jetant dans le liquide coloré de la potasse ou de la soude, sous-carbonate de l'un ou de l'autre de ces alcalis, jusqu'à ce qu'il ne se produise plus d'effervescence : ce sera la liqueur bleue ainsi préparée qui servira à donner la couleur au bain.

On pourrait également neutraliser l'acide sulfurique par la chaux; mais le sulfate de chaux qui en résulte, étant insoluble, entraînerait en se précipitant une assez grande quantité d'indigo qui serait perdue, tandis que les sulfates de po-

tasse ou de soude, qui sont solubles, ne présentent pas le même inconvénient.

A ce procédé pour préparer l'indigo, je préférerais celui par lequel on désoxygène cette substance, afin de la rendre soluble et de la combiner ensuite avec les tissus, ainsi que cela se pratique pour la teinture des étoffes de laine.

Il y a plusieurs moyens de désoxygéner l'indigo : un des plus faciles est, après avoir opéré sa dissolution comme ci-dessus par l'acide sulfurique, d'étendre cette dissolution de cinq à six fois son volume d'eau, et d'y ajouter ensuite du zinc en grenailles, jusqu'à complète saturation de l'acide, ou du moins décoloration totale de l'indigo.

Par la réaction des différents corps mis en présence, il y aura formation de gaz hydrogène, dont une partie se combinera avec l'oxygène de l'indigo. Par cette soustraction d'un de ses principes constituants, l'indigo aura acquis des propriétés nouvelles; il perdra sa couleur, sera rendu soluble, et susceptible de s'unir aux tissus.

Lorsque le liquide, de bleu qu'il était sera devenu presque incolore, sa désoxygénation sera complète; c'est à cet état qu'on devra s'en servir. A leur sortie du bain, les tissus ne paraîtront pas colorés; mais lors de leur exposition à l'air pour les faire sécher, l'indigo qui se sera combiné avec eux, absorbant de l'oxygène, reviendra à la teinte bleue qu'il avait perdue.

Un procédé plus généralement employé consiste à désoxygéner l'indigo par le sulfate de fer (coupe-

rose verte), afin de le rendre soluble dans les alcalis, propriété dont il ne jouit pas dans son état naturel. On prend deux parties de sulfate de fer du commerce réduit en poudre, deux de chaux qu'on éteint, une d'indigo bien pulvérisé, et 100 à 150 d'eau. Après avoir intimement mêlé ces différentes matières, on les expose à une température de 40 à 50° pendant quelques heures. La chaux enlève l'acide sulfurique du sulfate de fer, et forme un sulfate de chaux insoluble qui se précipite; le métal ramené alors à l'état de protoxide, qui a une grande affinité pour l'oxygène, s'empare de celui de l'indigo, et se convertit ainsi en peroxide de fer insoluble qui se précipite également, tandis que l'indigo désoxygéné, ayant perdu sa couleur, est dissous par la chaux en excès : il suffit alors de décanter le liquide surnageant, qui n'a plus qu'une teinte légèrement jaunâtre, et de l'ajouter au bain en quantité suffisante. Dans l'exposition des toiles pour leur dessiccation, l'indigo absorbant, comme je l'ai dit ci-dessus, l'oxygène de l'air, reprendra sa couleur primitive, et les toiles se trouveront avoir la teinte requise.

NOMBRE ET ORDRE DES OPÉRATIONS.

Il n'entre pas dans le plan que je me suis tracé de fixer le nombre des opérations auxquelles doivent être soumises les toiles, parce que ce nombre, sans être arbitraire, dépend d'une foule de circonstances qui, suivant qu'elles se présentent en totalité ou en partie, rendent nécessairement illusoire toute règle fixe à cet égard. Ces circonstances sont principalement la nature même des tissus, leur finesse, la quantité de matières étrangères colorantes qui leur sont unies, la combinaison plus ou moins intime de ces matières avec le tissu, le degré de blancheur auquel on veut les faire parvenir, la température et l'état météorologique de la saison, le genre d'opérations que l'on fera subir aux toiles, et la manière dont ces opérations seront exécutées.

Or ces différentes données étant sujettes à des variations continuelles, non seulement le nombre des opérations, mais encore la force des lessives, celle des dissolutions de chlore et des bains d'acide, doivent être calculés en en tenant compte.

Le but que j'ai eu principalement en vue, dans tout le cours de cet ouvrage, a été de mettre les

chefs d'établissements en état de raisonner leurs opérations, de connaître et de suivre pour ainsi dire l'action mutuelle des différents corps qu'ils mettent en présence, par conséquent de motiver les changements qu'ils leur feront subir, d'en apprécier par avance tous les résultats, et les mettre à l'abri de ces tâtonnements aveugles, toujours dispendieux, quelquefois même dangereux. Ce sera actuellement au blanchisseur soigneux à étudier toutes les circonstances susceptibles de nécessiter des modifications aux opérations que l'expérience lui apprendra bien vite ne pouvoir pas être faites constamment d'une manière uniforme.

Comme on pourrait cependant désirer connaître la succession des opérations telle qu'on la pratique dans quelques localités, je joindrai ici les indications fournies à cet égard par quelques-uns des auteurs dont les travaux sur l'art du blanchiment jouissent d'une juste réputation.

Berthollet, dans ses *Éléments de l'Art de la Teinture*, tom. 1er, chap. VII, pag. 263, 2e édit., établit de la manière suivante le nombre et l'ordre des opérations qui doivent blanchir 1250 liv. de fil de lin ou de chanvre.

On suppose qu'on ait une dissolution de potasse faite à raison de 40 mesures d'eau, dont chacune pèse 16 livres, par quintal de potasse.

Le fil de lin ou de chanvre ayant trempé dans l'eau pendant trois jours, on le lave bien, et on le dispose dans le cuvier à lessive.

Première lessive. Vingt mesures de dissolution

de potasse, trois heures d'ébullition : la lessive, en refroidissant, s'épaissit en une gelée.

Seconde lessive, pour achever d'enlever le plus de parties colorantes possible. Cette lessive contient dix mesures de dissolution, et on donne deux heures d'ébullition.

Lavage pour enlever la lessive et les parties colorantes qu'elle a dissoutes.

Première immersion. La liqueur à deux degrés, c'est-à-dire d'une force telle qu'une mesure de liqueur décolore deux mesures de dissolution d'indigo. On continue l'immersion jusqu'à ce que la liqueur étant remise au degré, le fil ne l'affaiblisse plus.

Lavage.

Troisième lessive. Douze mesures de dissolution, trois heures d'ébullition.

Deuxième immersion. Liqueur de même force qu'à la première.

Quatrième lessive. Huit mesures de dissolution, deux heures d'ébullition.

Troisième immersion.

Lavage.

Cinquième lessive. Cinq mesures et demie de dissolution, deux heures d'ébullition.

Quatrième immersion. A partir de celle-ci, on ne met la liqueur qu'à un degré.

Lavage. A cette époque, le blanc est ordinairement découvert.

Eau acidule.

Lavage.

Sixième lessive. Cinq mesures et demie de dissolution, deux heures d'ébullition.

Exposition sur le pré de six jours.

Lavage.

Cinquième immersion.

Lavage.

Eau acidule.

Lavage.

Septième lessive. Quatre et demie ou cinq mesures de dissolution, une heure au moins d'ébullition.

Sixième immersion.

Lavage.

Eau acidule.

Lavage.

Lessive et savon. Trois mesures de dissolution; on y ajoute huit livres de savon noir, lorsqu'elle est échauffée à ne pouvoir plus y tenir la main, et on cesse lorsque le savon a pénétré partout.

Exposition sur le pré. Trois jours.

Lavage.

Bleu.

Berthollet fait observer que les procédés à employer pour blanchir les toiles sont absolument les mêmes que pour le fil, si ce n'est qu'on doit faire précéder toutes ces opérations du dégommage (la macération).

A l'article *Blanchiment* du *Dictionnaire technologique*, signé *Robiquet*, on trouve les indications suivantes:

Si l'on suppose 360 pièces de toile primitivement soumises à la macération et bien dégorgées,

qu'on admette qu'elles ont 32 mètres de longueur, et qu'elles pèsent chacune 4 kilog. 60, total 1512 kilog., on devra faire :

1° Une lessive avec 27 kilog. de potasse perlasse; lavage, pré, 4, 6, 8 jours.

2°	d°	36	*idem.*
3°	d°	41	»
4°	d°	36	»
5°	d°	36	»
6°	d°	32.50	»
7°	d°	31.50	»
8°	d°	31.50	»

9° Acidulation; une immersion de 12 heures dans l'eau acidulée avec l'acide sulfurique.

10° Lessive 22 kilog. potasse perlasse, et lavage.

11° Immersion de 12 heures dans le chlore.

12° Débouillissage dans une lessive préparée avec 13 kilog. de potasse perlasse; lavage, exposition sur le pré.

13° *Idem*, *idem.*

14° Acidulation et lavage.

15° Passer au savon noir et lavage.

16° Amidon et bleu.

17° Séchage.

A la suite de ce tableau, M. Robiquet a le soin de faire remarquer que les quantités de matières et le nombre des opérations qu'il vient d'indiquer peuvent servir pour une qualité donnée de tissus, mais « qu'on ne peut rien prescrire de posi- « tif sur le nombre et la durée des opérations en « général. »

Les tissus de coton se blanchissant avec beaucoup plus de facilité que les toiles de lin et de chanvre, on conçoit que le nombre des opérations qu'ils exigent doit être moins considérable.

Dans son *Essai chimique sur le Blanchiment*, M. S. Parkes dit qu'en Écosse on suit, pour les calicots destinés à l'impression, la règle suivante:

On grille préalablement les pièces, et après les avoir trempées dans l'eau claire, on les fait passer entre deux cylindres pour les presser et en faire sortir les impuretés qui se sont détachées lors de l'immersion; on les soumet ensuite à quatre ébullitions successives, pendant dix à douze heures chaque fois, dans une lessive de potasse rendue caustique, de la pesanteur spécifique de 1,0127 à 1,0156, les lavant avec le plus grand soin dans une eau bien claire entre chaque ébullition. On les plonge ensuite dans une dissolution de chlorure de potasse, pesant 1,0625, mais qu'on étend de 24 fois son volume d'eau; elles sont laissées douze heures dans ce bain, après quoi on les expose sur le pré pendant deux ou trois jours. Cette exposition est suivie d'une immersion dans l'eau acidulée de la pesanteur spécifique de 1,0254 à la température de + 35 Réaumur. Après une immersion de cinq à six heures, les tissus étant bien lavés, on les fait encore bouillir quatre fois comme auparavant, en ayant soin de bien les rincer entre chaque ébullition; on les plonge de nouveau dans une dissolution de chlorure de potasse; après les avoir lavés à l'eau bien claire, on les foule pen-

une demi-heure dans une eau acidulée, on les lave une dernière fois, et on les fait sécher.

En France, on n'est pas dans l'usage de soumettre les tissus de coton à un aussi grand nombre de coulages. Un blanchisseur de ma connaissance, renommé pour la beauté de ses blancs, donnait six coulages en été et sept en hiver, l'exposition sur le pré pendant cette saison agissant beaucoup moins sur les toiles : il a depuis diminué le nombre de ses coulages, sans qu'on se soit aperçu d'une différence dans ses blancs, en coordonnant ses opérations d'après les instructions que je lui ai données.

Un de mes amis, propriétaire d'une blanchisserie dans les environs de Paris, suit, pour blanchir ses tissus de coton, l'ordre et le nombre suivant dans ses opérations :

Les toiles ayant fermenté à l'ordinaire, sont soumises à deux coulages, après chacun desquels elles sont lavées avec le plus grand soin ; on les plonge ensuite dans une dissolution de chlore, où on les laisse pendant douze heures : après les avoir bien lavées, on donne deux coulages comme ci-devant; une seconde immersion dans le chlore; lavage; cinquième coulage; troisième immersion dans le chlore, après un fort lavage qu'on renouvelle lorsqu'on retire les toiles de la dissolution ; et enfin bain d'acide suivi d'un lavage.

Si, pour fixer le nombre des opérations que doivent subir les toiles, le blanchisseur prend pour guide l'expérience, au lieu de suivre une routine aveugle, l'ordre dans lequel ces opéra-

tions doivent se coordonner sera déterminé par l'action des agents mis en œuvre, sur les matières colorantes primitivement combinées avec les toiles, et par l'état des nouveaux composés qui résultent de cette action. C'est surtout ici qu'on reconnaîtra combien il est utile de s'assurer de l'action qu'exercent réciproquement les unes sur les autres les diverses substances que l'on sera amené à mettre en présence.

L'étude précédemment faite des matières qui se trouvent unies aux tissus, celle des propriétés de tous les agents par lesquels on peut les en séparer, vont servir à établir l'ordre suivant lequel on devra exécuter les opérations.

La *macération*, dont le but est principalement d'enlever aux tissus les matières solubles dans l'eau, ou qui deviennent susceptibles de s'y dissoudre après une réaction de leurs principes constituants, dont la plupart ne seraient même, sans cette opération préliminaire, que très-faiblement attaquables par les alcalis, doit précéder nécessairement toutes les autres opérations. La toile se trouve en outre prédisposée à recevoir l'action des divers agents par lesquels on va la traiter; l'immersion et surtout la fermentation ayant pour effet de dilater et d'ouvrir sensiblement les pores des tissus, par conséquent de faciliter l'action des alcalis, du chlore, etc.

Lavages. Il faut, autant que possible, ne présenter les toiles à l'action d'un nouvel agent que libres de toute substance susceptible de la neutraliser, ou du moins de diminuer son intensité.

C'est ainsi qu'après la macération, les toiles se trouvent recouvertes de matières grasses et visqueuses qui s'empareraient de l'alcali des lessives, si l'on n'avait préalablement le soin de les en séparer: c'est à quoi l'on parvient au moyen de lavages exécutés avec soin.

Cette observation est également applicable à l'état des toiles, lorsqu'on a fait agir les alcalis, le chlore, les acides, en un mot après chacune des opérations du blanchiment. Les composés qui se sont formés dans le premier cas, quoique solubles, n'ont pas été totalement entraînés par la lessive, les toiles en sont imprégnées; et par l'effet seul de leur superposition sur les fils des tissus, ils empêcheraient l'alcali du coulage suivant de se combiner avec la portion de matière colorante non attaquée, et qu'un lavage bien exécuté mettra à nu.

La double action du chlore sur la matière colorante, soit en la décomposant en s'emparant de l'hydrogène, un de ses principes constituants, soit en se combinant avec elle, a toujours pour résultat de la rendre plus ou moins soluble, ce qui nécessite des lavages pour enlever ces composés nouveaux.

Si, à leur sortie du bain acide, les toiles n'étaient pas parfaitement dégorgées et lavées, elles retiendraient une quantité plus ou moins grande d'acide qui pourrait par la suite réagir sur le tissu même, et dont l'effet immédiat serait de neutraliser en pure perte une portion de l'alcali de la lessive dans laquelle on plongerait les toiles aprè le bain d'acide.

Cc qui vient d'être dit est suffisant, ce me semble, pour faire sentir toute l'importance des lavages, et combien il est nécessaire de pratiquer cette opération avec soin et après chacune des autres opérations du blanchiment.

Coulages. Les alcalis ayant la propriété de se combiner avec la portion des matières colorantes unies aux tissus qui tient de la nature des substances grasses, il en résulte qu'on pourra renouveler les coulages autant de temps que les toiles en céderont aux lessives; ce qu'il sera facile de reconnaître, suivant qu'après le coulage l'alcali de celles-ci sera plus ou moins complètement neutralisé. On aura seulement l'attention de proportionner la force des lessives à la quantité de matière colorante présumée exister encore sur les toiles: l'état de neutralisation de la lessive servira également de guide à cet égard.

Immersion dans une dissolution de chlore, ou *exposition sur le pré.* Les résultats de l'action de ces deux opérations paraissant être absolument identiques, quoique fournis par des moyens différents, je réunis ces deux opérations.

La portion de matière colorante qui ne jouissait pas primitivement de la propriété de se combiner avec les alcalis, l'acquiert par suite des modifications que le chlore ou la lumière apporte dans sa composition. Ce n'est donc qu'après que les toiles ont été dépouillées par les premiers coulages de toutes les matières colorantes susceptibles de s'unir aux alcalis, que les immersions dans le chlore ou l'exposition sur le pré de-

viennent nécessaires. On conçoit aussi que ces opérations doivent alterner avec des coulages, afin d'enlever les matières colorantes à mesure de leur transformation en substances grasses.

Bains d'acide. Quelle que soit l'hypothèse que l'on admette pour expliquer l'action de l'acide sur les tissus, on conçoit et l'expérience a confirmé du reste cette supposition, que cette opération ne peut être utile que lorsque les toiles sont déja débarrassées de la majeure partie des matières étrangères qui les coloraient, et que le blanc est découvert. C'est ordinairement après qu'elles ont subi l'action du chlore qu'on fait passer les toiles au bain d'acide.

Debouillissage. Cette opération ayant pour objet de donner à la toile plus de douceur et de souplesse, doit nécessairement être reportée à la fin de celles exécutées en blanchiment.

On remplace quelquefois le débouillissage par une immersion à chaud des toiles dans une eau de savon, dans laquelle on les laisse pendant dix à douze heures après les avoir bien foulées. A cet effet, après avoir disposé convenablement les toiles dans un cuvier, des hommes montent dessus et les piétinent plus ou moins long-temps. Pour certaines toiles on pratique cette opération, quoiqu'on ait fait précédemment un débouillissage.

Amidon et bleu. Après le lavage, qui suit l'opération précédente, les toiles, avant d'être portées au séchoir, n'ont plus besoin que d'être apprêtées et passées au bleu.

DES SÉCHOIRS.

Dans toutes les opérations auxquelles ont été soumises les toiles pour parvenir à un degré satisfaisant de blancheur, l'eau est constamment intervenue, soit comme agent principal en vertu de sa propriété dissolvante, soit seulement comme véhicule pour répartir ou régulariser l'action des autres substances; mais, les toiles une fois dépouillées de toutes les matières colorantes avec lesquelles elles se trouvaient primitivement combinées, il est nécessaire d'opérer leur complète dessication pour qu'elles puissent être ensuite livrées au commerce.

Le séchage des toiles n'est donc pas, à proprement parler, une opération particulière à l'art du blanchiment, les principes sur lesquels il repose trouvant également leur application toutes les fois qu'un produit quelconque de manufacture se trouve imprégné d'eau qu'il faut vaporiser. Je citerai entre autres les fabriques d'impression, les raffineries, les papeteries, etc.; aussi pourrais-je me borner à en parler très-succinctement. Mais cette opération tient une si grande place parmi celles qui s'effectuent dans une blanchisserie, et, je dois le dire dès à présent, est faite d'une ma-

nière si diamétralement opposée au but qu'on se propose, qu'on me pardonnera les détails peut-être un peu longs dans lesquels je crois devoir entrer pour rectifier les idées fausses que se sont faites la plupart des blanchisseurs sur cette opération d'ailleurs extrêmement simple.

S'il était toujours possible d'effectuer la dessication des toiles en plein air, nul doute que ce moyen ne fût le plus facile et le plus économique; mais, outre que dans certaines saisons de l'année cette dessication serait tout-à-fait impraticable, ou exigerait, en supposant les circonstances les plus favorables, un laps de temps beaucoup trop long, il faudrait encore mettre les toiles à l'abri de la poussière et des autres ordures que les vents pourraient fréquemment y porter, et qui rendraient indispensables de nouveaux lavages. On ne fait donc qu'assez rarement usage de ce moyen, et l'on opère la dessication des toiles dans de vastes pièces que l'on a seulement le soin de placer de manière que dans la belle saison, les fenêtres étant ouvertes, l'air puisse circuler librement à leur intérieur.

En hiver, au contraire, toutes les ouvertures sont bouchées très-hermétiquement, et l'on élève le plus possible la température de cet appartement, qui, d'après sa destination, porte le nom de *séchoir*.

Les dispositions intérieures des séchoirs, et par conséquent la manière d'y exposer les toiles à l'action de la chaleur, ne sont pas les mêmes dans tous les établissements.

Dans les blanchisseries des départements du Nord, que je cite de préférence parce que ce sont celles qui fournissent en général les plus beaux produits, les séchoirs occupent presque toujours les étages supérieurs des ateliers. Ce sont des pièces très-longues, mais n'ayant guère intérieurement que huit à neuf pieds d'élévation : des solives, supportées par des poteaux qui s'élèvent verticalement à la distance de quinze à vingt pieds les uns des autres, divisent le séchoir dans toute sa longueur en plusieurs compartiments ou bandes de douze à quinze pieds de largeur. Ces solives sont soutenues de cette manière à six pieds au plus du plancher, afin qu'un homme puisse y atteindre facilement avec la main; des perches sont placées en travers sur ces solives, mais sans y être fixées, de façon qu'on peut à volonté les rapprocher ou les éloigner; on les maintient ordinairement à six ou huit pouces les unes des autres : sur ces perches sont ensuite mises les toiles que l'on veut faire sécher. A cet effet, un homme jette par-dessus la première perche la tête d'une pièce, et la fait d'abord descendre plus ou moins en la tirant en bas; il la relève ensuite pour la faire passer sur la seconde perche, puis sur la troisième, et ainsi successivement jusqu'à ce que toute la pièce soit arrivée sur les perches, en ayant soin de conserver entre chacune d'elles un pli qui descend jusqu'à un pied du sol. Les toiles se trouvent ainsi suspendues en festons ou guirlandes, dont les deux points d'attache sont à une petite distance l'un de l'autre, tandis que la courbe est

placée très-bas : on range ainsi plusieurs pièces les unes à côté des autres dans toute la longueur du séchoir.

Dans cette méthode de présenter les toiles à l'action de la chaleur, les parties de la toile qui reposent immédiatement sur les perches sont les premières à sécher, et la dessication s'effectue progressivement du haut en bas; mais comme on perdrait beaucoup de temps si l'on attendait qu'elle parvînt jusqu'aux plis inférieurs, au moment convenable on fait glisser tous ces plis de manière à les amener sur les perches: les parties de la toile qui portaient sur celles-ci, et qui sont sèches, se trouvent ainsi former à leur tour le pli inférieur. La disposition de ces sortes de séchoirs est simple et peu coûteuse; la manœuvre, ainsi qu'on peut en juger par ce qui vient d'être dit, en est du reste très-facile.

Dans d'autres localités, les séchoirs sont garnis de châssis en bois disposés horizontalement, à une hauteur telle qu'un homme puisse y atteindre facilement. Les dessous de ces châssis présentent des crochets implantés perpendiculairement, auxquels on suspend les toiles par la lisière.

On a aussi, dans quelques circonstances, cherché à faire sécher les toiles en les étendant dans toute leur longueur. Pour cela, après avoir engagé chacune de leurs extrémités entre les deux parties d'une espèce de mâchoire en bois, on les serre fortement au moyen d'une cheville formant coin. Ces mâchoires sont supportées par une corde qui, après avoir passé sur une poulie, va s'enrouler

autour d'un treuil au moyen duquel on tend la pièce, et on l'élève convenablement, attendu qu'un certain nombre de poulies sont placées les unes au-dessus des autres sur la hauteur de l'appartement. Après cette première pièce, on en étend une seconde, et ainsi des autres, en sorte que les toiles sont dans une position horizontale, à peu de distance les unes des autres.

L'avantage qu'on trouve dans cet arrangement est de profiter de tout l'espace dans un appartement élevé; mais aussi la manœuvre d'un séchoir de ce genre est longue et pénible, et n'atteint même qu'imparfaitement le but qu'on se propose. Par l'effet de leur propre poids les toiles, ainsi suspendues par leurs deux extrémités, décrivent une courbe; l'eau dont elles sont imbibées descend des deux extrémités opposées de la pièce qui se trouvent les plus élevées, vers le point le plus bas, le centre de la courbe formée par la toile, et là elle se rassemble en quantité par fois très-considérable. On conçoit en outre qu'il est tout-à-fait impossible que les toiles soient assez également tendues pour que toutes ces courbes, placées à une très-petite distance les unes au-dessus des autres, ne se touchent pas dans quelques points de leur longueur : or, ces points de contact présentant une masse humide difficilement accessible à l'air chaud, n'arrivent qu'après un laps de temps plus ou moins long à une dessication complète, ce qui prolonge d'autant le séjour des toiles dans le séchoir.

Les moyens de chauffage employés pour élever

la température des séchoirs et hâter la dessiccation des toiles, sont à peu près les mêmes pour tous les établissements : c'est quelquefois un ou plusieurs poëles placés dans le séchoir même, et que l'on chauffe fortement ; plus souvent les produits de la combustion d'un foyer plus ou moins vaste, ménagé extérieurement, sont introduits dans des conduits en tôle auxquels on fait décrire plusieurs circonvolutions à l'intérieur du séchoir avant de les faire déboucher dans une cheminée. Dans quelques blanchisseries où les coulages se font à la vapeur, on a imaginé de prendre sur la chaudière un filet de vapeur pour le faire passer dans les conduits : par-là, le foyer se trouve supprimé.

Quel que soit d'ailleurs le moyen dont on fait usage pour échauffer un séchoir, on a le plus grand soin de tenir non-seulement toutes les fenêtres fermées, mais encore de boucher hermétiquement les moindres issues par lesquelles on suppose que l'air chaud pourrait s'échapper ; et comme on regarde la chaleur comme le seul agent utile dans le séchage, le feu est poussé avec la plus grande activité, en sorte qu'on porte fréquemment au rouge les conduits en tôle sur une partie de leur longueur. Dès lors les ouvriers ne peuvent plus guère pénétrer dans le séchoir, la quantité énorme de vapeur qui se produit remplissant tout le séchoir et rendant la respiration très-difficile ; aussi, lorsqu'il devient nécessaire de renouveler les toiles, les hommes chargés de ce travail éprouvent-ils une très-grande fatigue ;

elle est même telle quelquefois qu'ils sont obligés d'ouvrir les fenêtres.

Tout ce qu'on vient de lire, relativement à la disposition des moyens de chauffage dans la plupart des séchoirs, me suffira pour prouver combien elle est vicieuse, et que même les précautions prises pour assurer la meilleure réussite du séchage sont diamétralement opposées à ce but, et concourent au contraire à le retarder.

Si cet ouvrage était destiné à des personnes qui eussent des connaissances physiques, je bornerais à ce peu de mots la critique des séchoirs actuels; il suffit en effet des premiers éléments de cette science pour reconnaître qu'on semble avoir pris à tâche de réunir dans cette disposition tout ce qui peut nuire à l'opération que l'on veut faire; mais, écrivant surtout pour ceux à qui ces notions sont tout-à-fait étrangères, j'entrerai dans des détails plus circonstanciés que je ne l'aurais fait dans le premier cas.

Dans toutes les opérations des arts, la première chose à considérer sont les corps que l'on met en présence les uns des autres, et leur action réciproque. Dans le séchage, abstraction faite des toiles qui ne jouent ici qu'un rôle purement passif, ces corps sont: 1° L'eau, qu'il faut enlever; 2° l'air environnant dans lequel les toiles humides sont plongées; 3° la chaleur. C'est par la réaction de ces deux derniers corps sur le premier qu'on parvient à opérer la dessication; il faut donc s'assurer de la manière dont s'effectue cette action.

Faisant d'abord attention à la manière d'agir

de l'air seul, relativement à l'eau, on trouve qu'à toutes les températures, sans en excepter celle de o° et même bien au-dessous, l'air jouit de la propriété de se charger d'une certaine quantité d'humidité ou de vapeur, qui se trouve tellement combinée avec lui, qu'elle n'altère pas même sa transparence; que c'est cette propriété qui sert à expliquer l'évaporation de l'eau dans un nombre infini de cas, et sa présence dans l'atmosphère. On sait de plus que cette propriété est augmentée par la température, et qu'elle diminue lorsque celle-ci s'abaisse; en sorte que l'air se charge d'une plus grande quantité d'eau, ou en abandonne une partie, suivant qu'on l'échauffe ou qu'on le refroidit; et c'est un principe bien démontré en physique, que la quantité de vapeur dont peut se charger l'air est proportionnelle à sa température.

On voit déja d'après cela que l'agent principal du séchage ne peut être que l'air; mais il faut le prouver par des expériences journellement sous les yeux des blanchisseurs, qui leur soient par conséquent déja connues, ou qu'ils puissent vérifier facilement.

Les blanchisseurs ont pour habitude, pendant l'été, de tenir ouvertes toutes les fenêtres de leurs séchoirs, afin de donner le plus d'accès possible à l'air: or, n'ont-ils pas été fréquemment à même de remarquer que le séchage s'effectuait d'autant plus vite que le courant d'air était plus rapide dans le séchoir? ou encore que les toiles étaient plus tôt sèches les jours de vent que les jours où le temps était calme, quoique plus chaud?

Si cette observation n'est que l'énonciation d'un fait, ainsi qu'il est aisé de s'en convaincre, il doit être démontré de la manière la plus rigoureuse que l'air est l'agent vraiment utile dans la dessication, et qu'elle aura lieu avec d'autant plus de promptitude que l'étoffe mouillée sera mise en contact, dans un temps donné, avec un plus grand volume d'air.

Tel est donc le principe d'après lequel doivent être réglées toutes les dispositions d'un séchoir, c'est-à-dire qu'il faudra les combiner de façon à fournir les moyens d'opérer dans un temps donné sur la plus grande masse d'air possible, quelle que soit d'ailleurs sa température; car ici la température n'agit que comme agent secondaire, pour faciliter le transport de l'air et augmenter en même temps la propriété qui lui est inhérente de se charger d'une nouvelle quantité d'humidité, toutes les fois qu'il n'en est pas saturé pour un degré donné de température.

Tout ce qu'on vient de lire ci-dessus étant bien compris, il restera peu de choses à dire pour faire sentir combien est vicieuse la méthode en usage dans les séchoirs. En fermant soigneusement toutes les issues par lesquelles l'air pourrait se renouveler, on conçoit qu'on restreint le volume d'air sur lequel on doit opérer à celui qui est renfermé dans la capacité du séchoir : or, la quantité d'eau dont les toiles sont imprégnées est dans une proportion infiniment plus grande que celle dont ce volume d'air peut se charger, pour la température à laquelle il est possible de le porter. Aussi

une fois parvenu à son point de saturation, cet air ne pourra plus se charger de nouvelle vapeur, par conséquent les toiles ne sécheront point : la seule différence qu'on aura obtenue, c'est que l'eau dont les toiles sont imbibées se trouvera échauffée; en sorte qu'au lieu d'être mouillées avec de l'eau froide, elles le seront avec de l'eau chaude.

S'il en était ainsi, les toiles, dira-t-on, ne pourraient jamais sécher, et cependant il en arrive tout autrement. C'est que, nonobstant toutes les précautions que l'on prend pour intercepter toute communication entre l'intérieur du séchoir et l'extérieur, l'air échauffé, augmentant de volume, trouve toujours des issues par lesquelles il se fraie un passage; que l'air extérieur, à son tour, s'introduit par quelque ouverture; d'où résulte un renouvellement plus ou moins complet de l'air primitivement renfermé dans le séchoir. Les murs absorbent en outre un peu d'humidité; une autre partie se condense et ruisselle le long de leurs parois, sur les vitres des fenêtres, etc.; en sorte que toutes ces causes concourant à enlever l'humidité, les toiles finissent par sécher, mais avec d'autant plus de lenteur qu'on s'est mis plus complètement à l'abri de leur production. Ainsi séchées, les toiles sont molles et n'ont pas cette fermeté, ce *carteux* que désirent toujours leur donner les blanchisseurs.

Loin donc de s'opposer au renouvellement de l'air d'un séchoir, toutes les dispositions doivent avoir pour but, lorsque la dessication a lieu à la

température ordinaire, de le favoriser; et si l'on fait intervenir la chaleur, de le régulariser, c'est-à-dire, de ne rejeter l'air du séchoir dans l'atmosphère qu'après qu'il se sera saturé d'humidité, et que, son action étant devenue nulle, sa présence est tout-à-fait inutile.

Dans le premier cas, le meilleur emplacement pour un séchoir est un appartement exposé aux courants d'air; les fenêtres doivent être nombreuses et ménagées de façon à ce que l'air trouve un accès et une issue également faciles.

La première chose à faire dans un séchoir à air chaud, c'est de débarrasser son intérieur de tout appareil de chauffage, l'air qui servira à enlever l'humidité devant y être introduit tout échauffé. Cet air arrivera par une ou plusieurs bouches de chaleur placées au niveau du sol du séchoir. En raison de sa plus grande légèreté spécifique par rapport à l'air du séchoir, légèreté qu'il devra à sa dilatation par l'effet de la chaleur, cet air s'élèvera rapidement à travers la masse d'air froid, parviendra jusqu'au plafond, où il s'étendra en couche horizontale d'abord très-mince, mais qui ira toujours en augmentant d'épaisseur, puisqu'on suppose que le courant d'air sera continu. Ainsi l'on peut se représenter l'intérieur du séchoir partagé d'abord en deux couches horizontales bien distinctes, l'une supérieure d'air chaud, l'autre inférieure d'air froid. Il est du reste très-facile d'acquérir la preuve qu'il en est ainsi, en plaçant deux thermomètres à différentes hauteurs; on verra que celui qui sera le plus haut indiquera une tempéra-

ture beaucoup plus élevée que celle que marquera le thermomètre plus voisin du sol, et cette différence se soutiendra pendant toute la durée de l'opération.

A mesure que la couche d'air chaud ira en augmentant de volume, elle pèsera de plus en plus sur la couche inférieure d'air froid, elle la déprimera : si donc on ouvre une issue à cette dernière, elle s'échappera avec une vitesse d'autant plus grande que le courant ascensionnel d'air chaud sera plus rapide, en supposant d'ailleurs que les ouvertures d'introduction et d'issue soient d'égales dimensions. Bientôt tout l'air froid sera expulsé, et les toiles se trouveront dès ce moment plongées dans une atmosphère d'air chaud qui se chargera de vapeur, et qui, étant en contact avec des corps froids, leur cédera une partie de sa chaleur : il sera alors déprimé par la couche supérieure plus chaude dont l'action ira toujours en continuant; en sorte qu'il sera expulsé à son tour, remplacé par de nouvelles couches forcées de s'abaisser du plafond vers le sol en se chargeant dans ce trajet de l'humidité des toiles. Ainsi il s'établira un courant, d'abord ascendant du magasin à air chaud au plafond du séchoir, et ensuite descendant du plafond aux ouvertures d'évacuation; ce courant et l'action qui en est la suite se produiront sans interruption aussi longtemps qu'on fera arriver de l'air chaud dans le séchoir.

D'après cet effet ascensionnel de l'air chaud

dans un séchoir, on s'apercevra de suite que les ouvertures d'issue pour l'air froid ne peuvent être placées à la partie supérieure; car ce serait l'air chaud dans ce cas qui s'échapperait : il faudra donc les ménager dans le bas de l'appartement, et même à quelques pouces au-dessous du pli inférieur des toiles, afin que l'air chaud agisse à mesure qu'il s'abaisse sur toute leur longueur, pour leur enlever l'humidité.

Si l'on se contentait de pratiquer ces ouvertures d'évacuation vers la hauteur à laquelle on veut que l'air froid s'échappe, il pourrait arriver que lorsque le vent soufflerait avec force du côté où elles seraient placées, il refoulerait l'air froid dans l'intérieur du séchoir, y pénétrerait lui-même, peut-être bouleverserait les toiles qu'on y aurait suspendues, et nuirait à la marche de l'opération.

La force ascensionnelle de l'air chaud étant en outre, en raison de la différence qui existe entre le poids d'une colonne de cet air et celui d'une colonne d'air, d'égale hauteur pris à la température extérieure du séchoir, on concevra que la vitesse du courant sera d'autant plus grande que l'on donnera plus d'élévation à la colonne d'air, puisqu'ainsi on accroîtra la différence de poids des deux colonnes. C'est pour arriver à ce but qu'on doit jeter l'air froid hors du séchoir, en le faisant passer dans des cheminées qui auront leurs ouvertures inférieures dans l'intérieur du séchoir, à un pied au plus au-dessus du sol, et iront déboucher dans l'atmosphère au-dessus du toit. On pratique aisément ces cheminées dans les angles

de l'appartement avec deux planches, de manière à former un conduit rectangulaire vertical.

Quoiqu'on puisse se contenter d'une seule cheminée de ce genre, dont la section d'ouverture devra être égale à celle par laquelle on introduira l'air chaud, il est mieux de la diviser en plusieurs cheminées qu'on aura soin de ménager aux points les plus éloignés les uns des autres, et la somme totale des sections de ces différentes ouvertures devra être égale à celle des sections des bouches de chaleur.

On garnit quelquefois les sommités de ces cheminées d'évacuation de gueules de loup mobiles, afin qu'elles présentent toujours leur ouverture du côté opposé au vent; sans cette précaution, il arrive que dans des moments d'orage le courant horizontal extérieur refoulant l'air dans le séchoir, le courant d'air chaud est forcé à s'établir en sens contraire.

Dans un séchoir à courant, la main-d'œuvre devient facile aux ouvriers, la température ne pouvant jamais y être très-élevée, puisque l'air va continuellement en se renouvelant; la vapeur dont se charge cet air, qui le rendrait peu propre à la respiration, se trouvant également portée au dehors à mesure qu'elle se combine avec l'air.

Les chances d'incendie, si nombreuses dans les anciens séchoirs par la présence des poëles en fonte, ou du moins des conduits en tôle, presque toujours portés à une température rouge, sont toutes évitées dans les séchoirs à courant, qui n'offrent ni foyers, ni conduits capables de mettre

le feu à des pièces d'étoffes qu'un ouvrier insouciant, ou un accident en aura rapprochées.

Après avoir parlé des dispositions intérieures d'un séchoir, il faut s'occuper des moyens de chauffage pour l'air qu'on doit y porter. De tous les moyens propres à échauffer des masses d'air aussi considérables que celles dont on a besoin dans un séchoir, le plus commode et celui qui offre en même temps le plus d'économie, est de faire usage d'un *calorifère à air*.

On a varié à l'infini la forme de ces appareils, qui peuvent cependant être tous réduits à des combinaisons plus ou moins heureuses, pour mettre de l'air en contact avec des surfaces métalliques fortement chauffées.

Un des appareils de ce genre, dans lequel cette condition a été le mieux remplie, est le *calorifère de Désarnod;* il a seulement l'inconvénient d'être un peu cher.

J'ai fait construire plusieurs calorifères très-simples, peu dispendieux, et qui ont toujours parfaitement réussi; en voici la description :

Dans l'intérieur d'un massif de maçonnerie sont disposés, les uns au-dessus des autres, deux ou trois rangs de tuyaux en fonte ayant trois pieds et demi à quatre pieds de longueur, et quatre à six pouces de diamètre intérieur. Les tuyaux de chaque rang sont serrés les uns contre les autres, et l'on garnit avec de l'argile le peu d'intervalle qu'ils pourraient laisser entre eux. On conserve d'un rang à l'autre un espace de quatre pouces au plus,

dans la plus grande longueur des tuyaux, de façon qu'il n'y ait guère que six pouces à chacune de leurs extrémités qui soient engagés dans la maçonnerie. Ces rangs ne sont point dans une direction horizontale; il faut leur donner une légère inclinaison : pour mesure de cette inclinaison, je prends ordinairement le diamètre des tuyaux, c'est-à-dire que leur ouverture supérieure se trouve élevée au-dessus de l'ouverture opposée d'une hauteur précisément égale à leur diamètre; le tout est recouvert d'une voûte en briques.

Sur le devant de ce massif, à une hauteur telle que sa voûte se lie avec celle du massif qui recouvre les tuyaux, est un foyer dans lequel doit être entretenu le feu qui servira à chauffer l'air. Pour cela, les produits de la combustion dans le foyer passent d'abord sous la voûte au-dessus du rang supérieur de tuyaux, descendent en revenant vers le foyer entre ce premier rang et le second, puis entre celui-ci et le troisième, enfin sous ce dernier, après quoi ils entrent dans un conduit qui les porte dans une cheminée. Ainsi enveloppés dans les produits de la combustion, les tuyaux s'échauffent fortement; le premier rang est même constamment rouge, et l'air qu'ils contiennent participe à leur température. Les ouvertures de ces tuyaux, qu'on aperçoit sur les côtés du massif, communiquent les plus basses avec l'air extérieur, tandis que les plus élevées débouchent du côté opposé dans un petit magasin compris avec le massif, où ils versent l'air chaud qui de là s'élève, par un conduit

vertical en briques, jusque dans le séchoir. En effet, à mesure que les tuyaux s'échauffent, l'air qu'ils contiennent s'échauffe pareillement, se dilate, tend à s'élever, et, suivant leur inclinaison, se rend dans le magasin, où sa force ascensionnelle due à sa dilatation continuera à agir. Ainsi forcé à sortir des tuyaux, l'air en s'échappant produira à leur intérieur une espèce de vide dans lequel se précipitera l'air froid extérieur, qui s'échauffera, suivra le premier, sera remplacé à son tour, etc., en sorte qu'un courant continu s'établira de l'extérieur dans l'intérieur du séchoir en passant par les tuyaux. *Voy.* pl. 3, fig. 8 et 9.

Ces appareils, quelle que soit la forme qu'on adopte pour leur construction, se placent ordinairement au rez-de-chaussée, ou mieux encore dans une cave. Il en résulte deux avantages : le premier, de laisser libres les différentes parties des ateliers; le second, que j'ai déja signalé, d'augmenter la distance du magasin à air chaud, à la sortie de cet air chargé de vapeur par les cheminées d'évacuation, par conséquent la longueur de la colonne d'air chaud, et la différence qui existe entre le poids de cette colonne et celui d'une colonne de même hauteur d'air froid, différence qui produit la force ascensionnelle du premier.

Après avoir exposé les motifs qui doivent faire renoncer à l'usage des anciens séchoirs, donné la description de ceux à courant d'air chaud et celle des appareils propres à fournir celui-ci, je dois encore faire connaître les règles à suivre pour cette

production d'air chaud relativement à un certain nombre de pièces de toiles, ou plutôt à un poids donné d'eau, puisque c'est l'eau seule qu'on a à considérer dans le séchage; d'autant plus que cette quantité d'air à chauffer doit servir de base aux calculs d'après lesquels on fixera les dimensions du calorifère, la surface de chauffe et le charbon qu'il faudra brûler.

Pour établir ces calculs, la première chose à faire, c'est de connaître la quantité de vapeur en poids dont peut se charger un volume donné d'air, un mètre cube par exemple, à différents degrés de température. Sachant en effet le poids d'eau qu'on a à vaporiser, on trouvera facilement le nombre de mètres cubes d'air qu'on devra faire agir pour y parvenir à une certaine température. Or, le tableau suivant montre combien un mètre cube d'air peut contenir d'eau pour chacun des degrés de l'échelle thermométrique.

Tableau de la quantité de vapeur qne peut contenir un mètre cube d'air à différentes températures.

Tempéra-ture.	Poids en grammes.	Tempéra-ture.	Poids en grammes.	Tempéra-ture.	Poids en grammes.
— 20	1.537	+ 25	22.630	+ 70	194. 0
— 15	2.124	» 30	29.530	» 75	238.520
— 10	2.916	» 35	38.290	» 80	287.330
— 5	3.980	» 40	49.410	» 85	350.940
» 0	5.397	» 45	63.060	» 90	421.110
+ 5	7.274	» 50	80.120	» 95	503.350
» 10	9.742	» 55	101.050	» 100	589.100
» 15	13.028	» 60	126.600		
» 20	17.132	» 65	157.550		

Il n'y aurait pas autant d'avantage qu'on pourrait le croire à porter l'intérieur du séchoir à une température très-élevée, parce que les causes de déperdition de la chaleur agiront avec d'autant plus d'intensité, que la différence entre la température de l'air renfermé dans le séchoir et celle de l'air extérieur sera plus grande : il vaudra donc mieux s'en tenir à une température moyenne. Ainsi la quantité de vapeur qu'un mètre cube d'air à + 25° peut contenir, 22 gr. 63 étant déja très-considérable, et cette température étant d'ailleurs

facile à soutenir, ce sera celle à laquelle on donnera la préférence et que devra conserver l'air à son issue dans l'atmosphère.

Pour qu'on saisisse plus facilement l'application des principes exposés jusqu'ici, je vais prendre un exemple de séchage, et je supposerai qu'on veuille sécher 300 pièces de toiles dans 24 heures.

Poids de ces toiles mouillées, 300 × 10 kilog. = ...	3000 kilog.
Poids de ces mêmes toiles sèches(1), 300 × 3 ½ kilog. = ...	1050
Reste pour l'eau que contiennent ces 300 pièces de toiles, et qu'il s'agit de vaporiser	1950 kilog.

Recherchant actuellement quel est le volume d'air nécessaire pour contenir ces 1950 kilog. d'eau, on trouvera que $\frac{1950}{22 \text{ gr. } 63} = (86168)$ en nombres ronds 86000 mètres cubes.

Divisant ensuite ce nombre 86000 par le temps (24 heures) pendant lequel il faudra faire passer ce volume d'air, on aura $\frac{86000}{24} = (3583)$ 3600, nombre égal à celui des secondes dans une heure:

(1) On s'assure une fois pour toutes du poids des toiles, en faisant sécher des pièces de différentes qualités, les pesant avant et après leur dessication, et prenant la moyenne de tous ces poids. Cette donnée sert ensuite pour toutes les opérations subséquentes.

ce sera donc précisément un mètre cube d'air qu'on devra faire passer par seconde.

Quelle est maintenant la force qui déterminera le courant ascensionnel de l'air chaud?

On a déja vu que cette force résultait de la différence qui existera entre le poids de la colonne d'air chaud, à partir du calorifère jusqu'aux bouches supérieures d'évacuation, et celui d'une colonne d'air de même hauteur pris à la température extérieure. Par l'effet de la dilatation de l'air qui la compose, la première se trouvant plus légère tendra à s'élever avec une vitesse égale à celle qu'acquerrait un corps de même poids que la différence des deux colonnes, tombant d'une élévation pareille à la différence qui se produirait dans leur longueur en ramenant l'air chaud à la densité de l'air extérieur.

Distance du calorifère aux bouches supérieures des cheminées d'évacuation, = 20 mètres.

Telle sera donc la hauteur des deux colonnes, tant extérieure que je supposerai à une température moyenne de + 10°, qu'intérieure à + 25°.

Or, le volume de l'air à 0° étant égal à 1,000, et cet air se dilatant de 0,00375 de son volume à 0°, pour chaque degré du thermomètre, ce même air à + 10° sera égal à 1,0375 et à + 25° à 1,09375. Actuellement la densité de l'air à + 10° est à la densité de ce même air + 25°, comme le volume de cet air à + 25° est à son volume à + 10°, ou comme 1 est à $\frac{1,0375}{1,09375}$ = (0,948) 0,950.

Ainsi, en ramenant la colonne d'air à + 25° à

la longueur qu'elle aurait si on abaissait sa température à $+10^{\circ}$, on aura $20 \times 0{,}950 = 19$ mètres.

La différence du poids des deux colonnes extérieure et intérieure, et par conséquent la force qui déterminera le courant ascensionnel, sera égale au poids d'une colonne d'air ayant un mètre de hauteur, et pour base la section de la cheminée. La vitesse du courant due à cette pression sera égale à $\sqrt{19{,}62}$ (1) $\times 1 = 4$ m. 40 par 1". Ce nombre de 4 m. 40 représente l'espace à parcourir par seconde par le courant d'air chaud, dont le volume est égal à un mètre cube.

Pour établir la section des tubes du calorifère, celle de la cheminée d'évacuation, qui doit être égale à la première, par lesquelles on doit faire passer l'air, et qui le mouleront pour ainsi dire en un cylindre, il faut rechercher le rayon d'un cylindre qui aurait pour solidité un mètre cube, et pour hauteur 4 m. 40; car ce rayon sera précisément celui de la section cylindrique de ces mêmes ouvertures : en effectuant le calcul, on trouve que le rayon d'un pareil cylindre serait égal à 28 centimètres.

Comme il vaut mieux dans la pratique forcer les données du calcul, plutôt que de rester en des-

---

(1) Ce nombre 19,62 est l'expression de la vitesse acquise par un corps tombant d'une hauteur H. Voyez les ouvrages de physique relativement aux lois qui régissent la *chute des corps*.

sous, il faudra donner au diamètre du cylindre 60 centimètres. Or, le carré du diamètre de la section de ce cylindre sera égale à 28 décimètres carrés ; et en supposant que le diamètre des tubes qu'on aura employés pour le calorifère soit de 1 décimètre, par conséquent que le carré de ce diamètre soit égal à (0,788) 0, 8, il en faudra 35 (1).

Il reste encore à déterminer les quantités de

(1) Quoique les calcnls au moyen desquels on parvient à ces différents résultats soient très-simples, et sûrement familiers à tous ceux qui liront cet ouvrage, j'ai cru convenable de les reproduire en note, afin qu'on pût s'assurer immédiatement de leur exactitude.

Calculs pour trouver le rayon d'un cylindre dont la solidité est égale à 1 mètre cube (1000 décimètres cubes) et la hanteur 4 m. 40.

La solidité du cylindre étant exprimée par $\frac{22}{7} r^2 \times H$, on aura $\frac{22}{7} \times 4,40 \times r^2 = 1000$, on $138\, r^2 = 1000$, d'où $r^2 = \frac{1000}{138} = 72$ et $r = \sqrt{\frac{1000}{138}} = 28$ centimètres; en pratique on en donnera 30; le diamètre sera donc égal à 60 centimèt. Or le carré du diamètre $\times \frac{11}{14}$ donnant pour prodnit la surface totale de la section du cylindre, on aura $6^2 \times \frac{11}{14} = 28$ décimètres carrés pour la surface de la section du cylindre.

On trouvera l'aire de la section des tubes par une opération semblable.

Diamètre = 1 décimètre : surface du cercle $1 \times \frac{11}{14} = (0,788)$, 0, 8. Divisant ensuite la surface totale de la sectiou du cylindre égale à 28 décimètres carrés, par la surface de la section d'un tube, 0.8 décim. carr. le quotient sera le nombre de tubes dont la somme des sections égalera la section du cylindre : or, $\frac{28}{0,8} = 35$.

charbon à brûler pour élever les 86,000 mètres cubes d'air sur lesquels on doit agir, à la température de + 25°; faire passer les 1950 kilog. d'eau, dont les toiles sont chargées, de l'état liquide à celui de vapeur; produire la chaleur que les toiles prendront à l'air qui les environnera, et celle qui se perd tant par les parois du fourneau que par les murs du séchoir.

La chaleur spécifique de l'air, ou la quantité de calorique avec laquelle il se combine pour manifester une température donnée, étant à celle de l'eau comme 1 : 4, on peut, pour plus de simplicité dans les calculs, réduire le poids de l'air que l'on doit échauffer à celui de l'eau qui absorberait une même quantité de chaleur, c'est-à-dire diviser par 4, et opérer ensuite comme si l'on agissait sur de l'eau.

En faisant usage de cette méthode, on trouvera le mètre cube d'air à 0° pesant 1 kilog. 298, qu'à cette température, le poids des 86,000 mètres cubes, sera égal à :

$$86000 \times 1{,}298 = 111628 \text{ kilog.},$$

qui, divisés par 4 $\left(\frac{111628}{4}\right) = 27907$ kilog., représentant le poids d'eau susceptible de se combiner avec une quantité de calorique égale à celle qu'absorberaient les 111628 kilog. d'air.

La température à donner à l'air représenté par ce poids de 27907 kilog. d'eau étant 25°, il faudra multiplier ces deux nombres l'un par l'autre pour avoir le nombre de degrés de chaleur qu'on aura à produire pour l'y faire parvenir. Effectuant donc

cette opération, on a 27907 × 25 = ...	697,675
Chaleur nécessaire pour vaporiser les 1950 kilog. d'eau, la chaleur constituante d'un kilog. de vapeur étant = 650°, 1950 × 650 = ...	1,267,500
Echauffement des toiles, en supposant leur chaleur spécifique la moitié seulement de celle de l'eau $\frac{1050 \times 25}{2}$ =	13,125
Perte de chaleur par le fourneau.. *Idem* par les murs du séchoir..... Ces deux quantités réunies étant estimées égales à la moitié de la chaleur totale.	989,150
Chaleur totale............	2,967,450

On a vu, au chapitre du grillage, qu'un kilogramme de charbon émet dans l'acte de sa combustion 7050° de chaleur; en divisant les 2967450 degrés à produire par ce nombre 7050, le quotient sera le poids de charbon à brûler pour y parvenir $\frac{2967450}{7050}$ = 421 kilog.

Je rappellerai ici l'observation déja faite au chapitre du grillage, c'est que le charbon contenant toujours des matières étrangères, il faudra en augmenter la quantité proportionnellement à ces matières. En supposant qu'elles forment $\frac{1}{5}$ du poids du charbon, on aura à brûler 505 kilog. en 24 heures, ou 21 kilog. à peu près par heure (1).

(1) C'est à M. Clément-Désormes que j'ai emprunté la pre-

Pour établir un foyer dans lequel on puisse brûler par heure un poids donné de charbon, il est nécessaire de déterminer à l'avance plusieurs données, sans la connaissance desquelles on n'opérerait que d'une manière incertaine. Ces données sont, 1° la quantité d'air nécessaire en pratique pour la combustion d'un kilogramme de charbon ; 2° les sections d'introduction de cet air dans le foyer, et de son issue par la cheminée, en raison de la hauteur de cette dernière et de la masse d'air à faire passer dans un temps donné ; 3° les dimensions de la grille sur laquelle on place le charbon, relatives au volume de ce charbon et à l'épaisseur de la couche qu'on entretiendra sur la grille.

Les raisonnements sur lesquels sont fondés les calculs au moyen desquels on détermine ces différentes données s'écartent beaucoup trop du but de cet ouvrage pour que je puisse m'y livrer ; je me bornerai donc à présenter un exemple qui pourra servir de guide dans l'établissement d'au-

---

mière idée des séchoirs à courant, celle de leur disposition, comme aussi les calculs au moyen desquels on détermine les orifices des bouches de chaleur, des cheminées d'évacuation, la relation entre la quantité d'eau à vaporiser, et en général le nombre de degrés de chaleur à produire et le charbon à brûler, etc. etc., ce savant professeur les ayant publiquement émises dans son cours de *Chimie appliquée aux arts*. Je dois seulement ajouter que dans les applications assez nombreuses que j'ai été dans le cas de faire de ces principes, la réussite n'a rien laissé à désirer. J'en dirai autant des règles qui vont suivre pour l'établissement des foyers, également dues à M. Clément.

tres foyers. Faisant donc l'application de ces principes à l'exemple ci-dessus, je continuerai en prenant pour base le résultat obtenu, celui de 505 kilog. de charbon à brûler pour 24 heures ou 21 par heure.

Tel est donc l'effet demandé :

Air nécessaire à la combustion de 21 kilog. de charbon, $= 21 \times 20 = 420$ mètres cubes; par 1" $\frac{420}{3600} = 117$ décim. cubes.

Hauteur de la cheminée, $=$ 20 mètres.

Température moyenne de l'air brûlé dans la cheminée, $= 150°$.

Densité de cet air $\frac{1}{2}$ brûlé $= \frac{2}{3}$ de celle de l'air pris à 0°.

La pression motrice qui déterminera la vitesse ascensionnelle de l'air dans la cheminée, due à cette différence, sera égale à $20 - \frac{2}{3}\,20 = 7$ mètres.

Vitesse due à cette pression de 7 mètres $= \sqrt{19{,}62 \times 7} = 12$ mètres par 1".

La moindre section à donner au passage de cet air, tant pour son introduction dans le foyer que dans la cheminée, devra être égale au produit de le masse divisée par la vitesse : or, $\frac{117^{\text{déc. cub.}}}{12} = (975)$ 98 centim. carrés.

Comme il faut, dans la pratique, outre-passer de beaucoup cette donnée théorique, on donnera au côté de ce carré 25 centimètres.

Volume apparent du charbon que l'on a à brûler, $21 \times 125 = 26{,}25$ décim. cub.

Hauteur du charbon sur la grille, =, 05 centimètres.

La surface de la grille devra être égale à la masse du charbon divisée par sa hauteur $\frac{26,25}{0,52}=$ (525) 53 décim. carrés.

On pourra donc donner à cette grille 0, m. 75 c. de longueur, et 0 m. 70 de largeur.

Le passage libre de l'air à travers les barres de la grille et la couche de charbon se trouvant réduits à $\frac{1}{24}$ de la surface totale, sera encore $=\frac{53}{24}$ $= 2\,\frac{5}{53}$ décim. carrés.

On a pu remarquer que, dans l'évaluation de la chaleur à donner à l'air nécessaire pour emporter les 1050 kilog. d'eau dont sont chargées les toiles, cet air a été supposé constamment à la température de 0°, ce qui arrive bien quelquefois, mais ce qui n'est jamais de durée; tandis que lorsqu'il s'est agi de déterminer la différence de longueur de deux colonnes d'air, l'une extérieure, l'autre intérieure, résultant de leur différente densité, on a regardé l'air extérieur comme étant constamment à la température moyenne de + 10°; qu'ainsi dans l'un et l'autre cas on s'est placé dans la chance la plus défavorable pour calculer la quantité de charbon à brûler.

Cette observation est juste; cependant on peut répondre à cette dernière partie, que la plus grande vitesse qui résultera dans le courant d'air chaud pour avoir établi la différence de longueur des deux colonnes d'après une température moyenne, tandis que dans plusieurs cas cette différence sera plus considérable, est un inconvénient bien léger; que même cet excédant de chaleur se trouve nécessaire pour que l'air, après avoir échauffé les

toiles, conserve encore une température de $+25°$; qu'en outre il vaut toujours mieux dépasser les données théoriques, plutôt que de rester en dessous.

A l'égard de la première observation, il faudra se rappeler que dans certaines contrées la température extérieure descend non seulement à 0°, mais même à plusieurs degrés au-dessous; qu'en outre l'air que l'on prend dans l'atmosphère pour le jeter dans le séchoir, n'est jamais sec d'une manière absolue; qu'il contient toujours au contraire une quantité plus ou moins grande d'humidité (1), diminuant d'autant celle dont il pourrait se charger dans le séchoir, en sorte que cet excédant de chaleur émise se trouve nécessaire pour compenser toutes ces causes de déperdition.

On a proposé depuis quelques années un appareil à sécher les étoffes qui offrirait pour premier avantage de mettre le blanchisseur dans le cas de se passer de séchoir. Cet appareil se compose de six ou huit cylindres creux en cuivre, de huit pouces environ de diamètre, dans l'intérieur desquels on fait arriver de la vapeur d'eau : on dispose quelquefois tous ces cylindres sur un même rang; d'autres fois on les partage en deux rangs, l'un au-dessus de l'autre. Les pièces mouillées passent sur ces différents cylindres, qu'on leur fait embrasser dans la plus grande partie de leur circonférence au moyen de rouleaux de renvoi. Afin

---

(1) L'air le plus sec contenant toujours au moins deux dixièmes de la quantité de vapeur dont il peut se charger.

que le passage des toiles se fasse plus aisément, tous ces cylindres reçoivent un mouvement de révolution qu'ils se transmettent les uns aux autres par des roues dentées placées sur la partie de leur axe qui est saillante. Un petit mécanisme intérieur, qui met en mouvement une vis d'Archimède, sert à porter au dehors l'eau qui se produit dans les cylindres par l'effet de la condensation de la vapeur.

Cet appareil procurerait une grande économie dans le local nécessaire à une blanchisserie, dont le séchoir occupe toujours une partie considérable. Cette économie peut souvent être fort avantageuse; mais, attendu son prix élevé et le nombre de pièces que cet appareil peut sécher dans un temps donné, je ne sais pas s'il présenterait d'autres avantages.

FIN.



DESCRIPTION DES PLANCHES.

Planche 1re, fig. 1 et 2.

AA. Massif en maçonnerie adossé au mur de la chambre, et dans lequel est ménagé le fourneau.

B. Foyer.

C. Vase distillatoire qui reçoit les matièrcs à produire le chlore.

c. Capsule en fer exposée à l'action immédiate du feu : son diamètre est un peu plus grand que celui du vase *C*, afin que celui-ci puisse y entrer.

D. Entonnoir à siphon : il doit être en plomb, en faisant descendre son extrémité inférieure un peu au-dessous de la surface du liquide dans le vase *C*; son ouverture supérieure n'aura pas besoin d'être bouchée avec autant d'exactitude, elle pourra même rester ouverte, si l'on jette le chlore dans une chambre au lieu de le faire dissoudre dans l'eau.

E. Tube par lequel se dégage le chlore.

z. Vase destiné à fournir de la vapeur d'eau.

F. Colonne remplie de manganèse en fragments.

G. Tube qui porte le chlore dans la chambre.

HH. Chambre.

III. Tablettes sur lesquelles on place la chaux.

K. Porte de la chambre.

LL. Fenêtres au moyen desquelles on peut voir comment marche l'opération.

M. Soupape.

nn. Corde qui sert à soulever la soupape.

oo. Poulies sur lesquelles passe la corde *n*.

P. Baquet dans lequel s'écoule l'hydro-chlorate de manganèse formé dans la colonne *F*.

Planche 2, fig. 1.

AA. Massif dans lequel est compris le fourneau.

B. Foyer.

C. Vase distillatoire dans lequel se produit le chlore.

cc. Bain de sable.

D. Entonnoir à siphon ; *voyez ce même mot dans la fig.* 1re *de la planche* 1re.

E. Tube par lequel se dégage le chlore.

F. Flacon à trois tubulures, dit de Woulf, pour laver le chlore.

g. Tube de sûreté.

HH. Tube par lequel le chlore se rend du flacon *F* dans la cuve ; sa partie inférieure se relève en crochet.

II. Cuve contenant l'eau qui doit dissoudre le chlore.

KKK. Serpentin, ou gouttière renversée s'élevant du fond de la cuve en décrivant plusieurs circonvolutions ; son extrémité supérieure, qui doit toujours être au-dessous de la surface de l'eau, est engagée sous un entonnoir renversé.

L. Entonnoir renversé.

mm. Tube partant de la douille de l'entonnoir *L* et se rendant au fond de la caisse *N.*

N. Caisse mastiquée dans son intérieur, et pouvant recevoir des tablettes.

ooo. Tablettes chargées de chaux devant absorber le chlore qui aurait échappé à l'action dissolvante de l'eau de la cuve 1.

Fig. 2. Voy. pag. 154.

Fig. 3 et 4. Voy. pag. 191 et suiv.

Chloromètre. Voy. pag. 183 et suiv.

Planche 3. Fig. 1 et 2. Voy. pag. 220 et suiv.

Fig. 3 et 4. Voy. pag. 214.

Fig. 5.

Cette presse n'offre de particulier que la forme de la caisse, dans laquelle on place les toiles pour les soumettre à la pression.

Cette caisse qui se démonte à volonté est formée au moyen de bandes en fonte, ou en bois, percées de deux rangs de trous, terminées d'un bout par un anneau, et de l'autre par un crochet, ce dernier perpendiculaire à leur longueur, et qui peut entrer dans l'anneau d'une autre bande. On en réunit ainsi quatre qui forment un cadre, sur ce premier rang, on en place un second, un troisième, etc.

Fig. 6 et 7. Voy. pag. 279 et suiv.

Fig. 8 et 9.

AA. Massif de maçonnerie dans lequel est compris le foyer.
B. Foyer.
C. Cendrier.
DDD. Trois rangs de tuyaux de fonte superposés et engagés par leurs deux extrémités dans la maçonnerie. Les produits de la combustion passent entre ces rangs de tuyaux en suivant la direction des flèches marquées dans la fig. 9, et sont ensuite portés dans la cheminée. L'extrémité inférieure de ces tuyaux communique avec l'extérieur; leur ouverture supérieure s'ouvre dans le magasin à air chaud; l'air peut donc librement s'introduire et doit suivre la direction des flèches de la fig. 8.
E. Magasin à air chaud dans lequel débouchent les trois rangs de tuyaux.
F. Conduit vertical par lequel l'air chaud est porté dans le séchoir; sa section horizontale doit être au moins égale à la somme des sections de tous les tuyaux.

Planche 4, fig. 1, Voy. pag. 215 et suiv.

Fig. 2. Voy. pag. 217 et suiv.

Fig. 3 et 4. Voy. pag. 258 et suiv.

Fig. 5.

AA. Grand cuvier en bois dont le fond est percé de trous.
B. Chaudière en tôle ou en cuivre sur laquelle est ajusté le cuvier *A*.

C. Tube vertical s'élevant de l'intérieur de la chaudière un peu au-dessus du niveau des bords du cuvier; il est surmonté d'une calotte hémisphérique contre laquelle vient se briser le jet de lessive.

OBSERVATION.

A la suite du procédé indiqué page 110 et suivantes, pour l'essai des potasses et des soudes, j'aurais dû ajouter que ces substances alcalines ont besoin d'être en totalité à l'état de carbonate. Leur richesse alcaline s'évaluant en effet par la proportion d'acide carbonique dégagé, on conçoit que l'alcali qui se trouverait à l'état caustique ne serait point annoncé.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages
Introduction	1
Du Blanchiment	9
De l'eau	25
Des alcalis. Des acides.	40
Des alcalis	*ibid.*
De la potasse	41
De la soude	55
De la chaux	68
Eau de chaux	69
Savons	70
Des acides	74
Le l'acide acétique	75
De l'acide sulfurique	76
De l'acide hydro-chlorique ou muriatique	78
Caractères distinctifs et propriétés chimiques des alcalis.	80
Essais alcalimétriques	97
Moyen de reconnaître le degré de concentration d'un acide	116
De l'action réciproque des acides et des alcalis employés en blanchiment et de celle des corps qui en résultent.	119
Du chlore et des chlorures.	122
Du chlore	*ibid.*
Des chlorures	164
Chlorures de potasse, de soude, de magnésie	173
Essais chlorométriques	175
Du grillage	190
De la macération	203

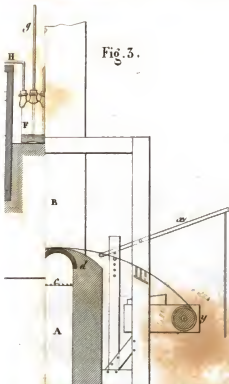
Lavages et machines à laver........................ 211
Coulages et appareils qui servent à cette opération.... 223
Préparation des lessives........................ 251
Appendice au chapitre précédent. Emploi des vieilles lessives.............. 258
Immersions dans l'eau acidulée ou bains d'acide...... 262
Bains de chlore.............................. 272
Passage au bleu et amidonnage.................... 277
Nombre et ordre des opérations.................. 285
Des séchoirs.................................. 297

FIN DE LA TABLE.





Gravé par Adam.

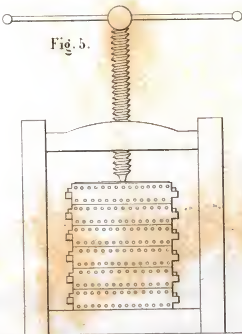






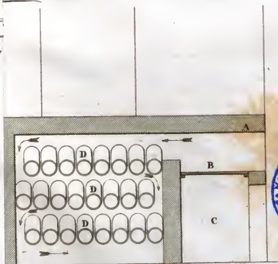
Gravé par Adam.

et :



3

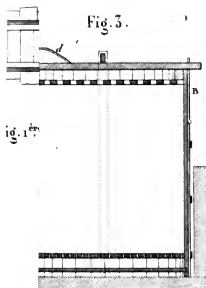
t 7

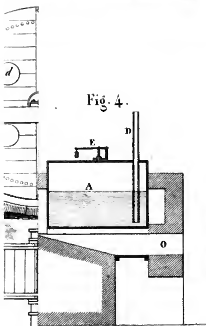




8 9 10 Piedi.

Gravé par Adam.







Gravé par Adam.





